UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y DEL PRECIO DE LAS MACETAS BIODEGRADABLES ELABORADAS DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO-REGIÓN UCAYALI”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

TESISTA:

ROSARIO DEL PILAR MORA RODRÍGUEZ

PUCALLPA – PERU

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 142/2022-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa siendo las 10:00 horas a.m. del día 06 de mayo del 2022, de acuerdo al reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron en forma virtual los miembros del Jurado Evaluador mediante la plataforma unificada de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los mismos que fueron designados con el Memo Múltiple 048-2022-UNU-FCFyA-CGT del 04 de mayo de 2022, conformado por los siguientes docentes:

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui	Presidente
Econ. Msc. José Manuel Cárdenas Bernaola	Miembro
Dr. David León Moreno	Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de la tesis denomiada **"EVALUACIÓN DE LA HUELA HÍDRICA Y DEL PRECIO DE LAS MACETAS BIODEGRADABLES ELABORADAS DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO-REGIÓN UCAYALI"**. Presentado por la bachiller **ROSARIO DEL PILAR MORA RODRÍGUEZ**, asesorado por el Dr. Grober Panduro Pisco.

Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas de parte del Jurado Evaluador, siendo absuelto satisfactoriamente por la sustentante. Por esta razón la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD**, quedando **EXPEDITA** para obtener el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, siendo asesor el **Dr. Grober Panduro Pisco**.

Siendo las 11:40 Del mismo día, se dio por concluida el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui
PRESIDENTE

Dr. David León Moreno
MIEMBRO

Econ. MSc. José Manuel Cárdenas Bernaola
MIEMBRO

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui

Presidente

Econ. Msc. José Manuel Cárdenas Bernaola

Miembro

Dr. David León Moreno

Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco

Asesor

Ing. Jesús Cotrina Barrueta

Co - Asesor

Bach. Rosario Del Pilar Mora Rodríguez

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0089-2022

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de Tesis, titulado:

""EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y DEL PRECIO DE LAS MACETAS BIODEGRADABLES ELABORADAS DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO-REGIÓN UCAYALI"".

Cuyo(s) autor (es)	:	MORA RODRÍGUEZ, ROSARIO DEL PILAR
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	ING. AMBIENTAL
Asesor(a)	:	DR. PANDURO PISCO, GROBER

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 4%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y CODIFICA la presente constancia

FECHA 16/02/2022

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Rosario del Pilar Mora Rodríguez

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y DEL PRECIO DE LAS MACETAS BIODEGRADABLES ELABORADAS DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO-REGIÓN UCAYALI

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. Grober Panduro Pisco

En la Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha:09/05/ 2022

Email: rous291095@gmail.com
Teléfono: 985444638

Firma: _____
DNI: 71987526

"AQUELLOS QUE TIENEN EL PRIVILEGIO DE SABER,

TIENEN LA OBLIGACIÓN DE ACTUAR"

A. EINSTEIN

DEDICATORIA

A Dios por su compañía omnipresente desde la elección de la carrera hasta la culminación de la misma, a mis padres por su esfuerzo y dedicación para salir adelante y poner en mí ese destello de superación y servicio por un mejor país.

Y a mis queridos hermanos, que recordemos el famoso proverbio:

“Luchar, fracasar,

luchar, fracasar,

volver a luchar

volver a fracasar,

y así sucesivamente

hasta la victoria final…”

AGRADECIMIENTO

A mis amados padres Edilberto Mora y Sarita Rodríguez, por su apoyo incondicional durante toda mi formación profesional.

A Brayan Michel Capuñay Flores, quien con sus palabras de ánimo y oraciones vamos cumpliendo nuestros sueños y planes juntos.

Aquellas amistades que unimos lazos durante la vida universitaria, las anécdotas, los sueños de superación y de ser mejores profesionales cada día.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA vii
AGRADECIMIENTO viii
ÍNDICE DE CONTENIDO ix
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES xvi
RESUMEN xvii
ABSTRACT xviii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 7
1.1.1. General 7
1.1.2. Específico 7
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 7
1.2.1. General 7
1.2.2. Específico 7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 8
2.1. Antecedentes Del Problema 8
2.2. BASES TEÓRICAS 13
2.2.1. Generalidades de la Palma Aceitera 13
2.2.2. Macetas Biodegradables 14
2.2.3. Macetas Biodegradables de Escobajo de Palma Aceitera 15
2.2.4. Aglutinante de la Maceta Biodegradable: Almidón de cáscara de plátano verde 16

2.2.5. Estimación de la Huella Hídrica 19
2.2.6. Huella Hídrica de un Producto 21
2.2.7. La Huella Hídrica en el Perú 22
2.2.8. Estimación del costo unitario de las macetas biodegradables 24
2.3. Definición de Términos Básicos 26
CAPITULO III: METODOLOGÍA 30
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 30
3.2. UBICACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA 31
3.2.1. Ubicación del estudio 31
3.2.2. Población 32
3.2.3. Muestra 33
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS33
3.4. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 37
3.4.1. I Etapa: Cálculo de la Huella Hídrica 37
3.4.2. II Etapa: Determinación del Costo 56
A) Costo Total 58
B) Costo de Producción 58
C) Costos Directos 59
D) Costos Indirectos 59
E) Costo Unitario 60
3.5. TRATAMIENTO DE DATOS 60
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 61
4.1. Huella Hídrica del producto 61
4.2. Precio del Producto 64
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 66
1.1. Conclusiones 66

1.2. Recomendaciones..... 67

VI. BIBLIOGRAFIA 69

VII. ANEXOS 72

Anexo 1: Tablas de datos para la elaboración de las macetas biodegradables..... 72

Anexo 2: Tablas de Producción 72

Anexo 3: Cálculos de la Huella Hídrica 74

Anexo 4: Cálculos del Costo unitario 76

Anexo 5: Panel Fotográfico..... 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento y mermas. Extracción almidón método seco.....17

Tabla 2. Rendimiento y mermas. Extracción almidón método húmedo ...18

Tabla 3. Resultados del análisis de pureza del almidón obtenido.....19

Tabla 4. Coordenadas del área de estudio.....31

Tabla 5. Resultados del estudio de calidad de agua realizado en el río Ucayali 49

Tabla 6. Caracterización promedio del efluente generado en el proceso de extracción del almidón 49

Tabla 7. Ficha de Evaluación para determinarlas sostenibilidad 52

Tabla 8. Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica azul de las macetas biodegradables.....53

Tabla 9. Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica gris de las macetas biodegradables.....54

Tabla 10. Medidas de minimización de la huella hídrica de las macetas biodegradables 55

Tabla 11. Datos generales de costo total para la producción de las macetas biodegradables durante el periodo mensual. 59

Tabla 12. Costos Directos en la elaboración de las macetas biodegradables durante un periodo mensual 59

Tabla 13. Costos Indirectos en la elaboración de las macetas biodegradables 59

Tabla 14. Cuantificación de la huella hídrica de las macetas biodegradables 61

Tabla 15. Resultados de la huella hídrica por producción durante el periodo de un mes 61

Tabla 16. Resultado de la sostenibilidad de las macetas biodegradable.....62

Tabla 17. Cantidad de macetas biodegradables elaboradas durante un periodo de tiempo 64

Tabla 18. Determinación del Costo Unitario y del Precio propuesto por maceta biodegradable 64

Tabla 19. Precio de mercado de las bolsas para almácigo 65

Tabla 20. Tabla de cantidades de insumos en la elaboración de las macetas biodegradables.....72

Tabla 21. Tabla de cantidades de insumos en la extracción de almidón…….....72

Tabla 22. Se muestra el presupuesto mensual durante la producción de las macetas biodegradables 72

Tabla 23. Se muestra el presupuesto anual durante la producción de las macetas biodegradables.....73

Tabla 24. Cantidad de tiempo invertido durante cada etapa de producción para la elaboración de una maceta biodegradable 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Maceta biodegradable elaborada con "Escobajo de palma" en la Universidad Nacional de Ucayali.....15

Figura 2. Componentes de la Huella Hídrica 20

Figura 3. Organigrama para estimar la Huella Hídrica de un proceso. *Fuente: Hoekstra et. al, (2011)* 21

Figura 4. Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Ucayali. Área de estudio.....32

Figura 5. Macetas biodegradables elaboradas del escobajo de palma .33

Figura 6. Plano de ubicación de Universidad Nacional de Ucayali - Planta de Transformación "Carpintería" 38

Figura 7. Diagrama de flujo de procesos para la obtención de las macetas biodegradables 40

Figura 8. Diagrama del balance hídrico durante la extracción del almidón para la elaboración de las macetas biodegradables 41

Figura 9. Diagrama de flujo de procesos en la elaboración de macetas biodegradables durante un mes.....42

Figura 10. Esquematización del sistema de producción usado para la producción del producto p en k etapas del proceso. Algunas etapas ocurren en serie y otras en paralelo. La huella hídrica del producto final p se calcula sumando las huellas hídricas de proceso de los procesos que constituyen el sistema de producción. 44

Figura 11. Diagrama de procesos del agua consumida durante la producción de las macetas biodegradables 44

Figura 12. Diagrama de flujo del agua consumida de uso directo durante el Proceso 02 "ELABORACIÓN" en un periodo de un mes. 46

Figura 13. Organigrama del Costo Total de Fabricación 56

Figura 14. Resultado del Estudio de Mercado realizado a municipalidades y el Gobierno Regional de Ucayali respecto al interés de utilizar las macetas biodegradables. 57

Figura 15. Resultado de la encuesta a municipalidades y el Gobierno Regional de Ucayali respecto al precio a pagar por 100 macetas biodegradables. 57

Figura 16. Adquisición de maquinarias y equipos 78

Figura 17. Revisión del funcionamiento de la prensa.....78

Figura 18. Trituración de la materia prima “escobajo” 78

Figura 19. Medición de insumo de agua para la elaboracion de las macetas biodegradables.....78

Figura 20. Recojo de la materia prima “escobajo” de la empresa de palma aceitera INDOLMASA.....78

Figura 21. Roca fosfórica: Insumo en la elaboración de las macetas....78

Figura 22. Masa de escobajo con los insumos necesarios en la producción…….79

Figura 23. Etapa del prensado durante la producción.....79

Figura 24. Manipulación de la prensa durante la producción 79

Figura 25. Muestras y modelos de las macetas biodegradables elaboradas…….....79

Figura 26. Parte interna de las macetas biodegradbles 79

Figura 27. Recolección del plátano para la extracción del almidón.....79

Figura 28. Revisión de los equipos necesarios para la extracción del almidón de plátano 80

Figura 29. Pesaje del plátano necesario para extraer el almidón.....80

Figura 30. Obtención de la harina de plátano para posterior extraer el almidón…….....80

Figura 31. Extracción del almidón de plátano 80

Figura 32. Agua consumida durante la elaboración de las macetas biodegradables 80

Figura 33. Parte del agua gris obtenido durante la extracción del almidón……..80

Figura 34. Ficha de observación N°1.....81

Figura 35. Ficha de observación N°2.....81

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1) 43

Ecuación (2) 45

Ecuación (3).....45

Ecuación (4) 45

Ecuación (5) 45

Ecuación (3) 47

Ecuación (4) 47

Ecuación (5) 48

Ecuación (6) 58

Ecuación (7) 60

RESUMEN

Se evalúo el proceso de producción de macetas biodegradables, para estimar la Huella Hídrica (HH), siguiendo el enfoque de la Water Footprint Network, basada en la huella hídrica de un producto, evaluación que desarrolló en ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa). La HH verde no se consideró porque es un componente de la huella hídrica del crecimiento de un cultivo o árbol; para identificar la HH azul se tuvo en cuenta el agua evaporada e incorporada al producto; la HH gris se enfocó en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), porque el residuo liquido del almidón de plátano (agua residual) contiene una alta carga contaminante de materia orgánica, elemento necesario para la elaboración de las macetas biodegradables.

La HH estimada fue de 7.8 L/und maceta biodegradable, la HH azul fue de 485 lt/producción mensual y la huella gris fue de 56 100 lt/ producción mensual que representa el 99.14% del total de la HH del producto, este último tuvo mayor impacto, por la falta de tratamiento del efluente.

El 49.8% de la HH del producto fue insostenible por producción al realizar la evaluación por los criterios geográfico y del proceso en sí.

Además, el costo unitario se determinó, resultando un valor de S/. 0.2 por maceta biodegradable, información que permitió comparar con el costo de las bolsas plásticas utilizadas en vivero.

Palabras clave: *Huella Hídrica (HH); sostenibilidad; costo unitario; maceta biodegradable.*

ABSTRACT

The biodegrable pot production impact on water natural mechanism was evaluated, in such a way it is estimated the Water Footprint (WFP) in biodegrable pot productive system. The Water Footprint Network used the approach based in product water footprint, this was carried out in national university of Ucayali (Pucallpa). The green water footprint wasn´t considered because is a component of the water footprint of growing a crop or tree; to identify the blue water footprint was taken the water evaporation and the water incorporation to the product; the grey water footprint was focused on the biochemical oxygen demand contamination – BOD because the liquid waste of banana starch (waste-water) contains a high contaminating load of organic matter, element necessary for the preparation of biodegrable pot.

The estimated WFN was 7.8 l/und biodegrable pot, the blue water footprint was 485 lt/mensual production and the grey water footprint was 56 100lt/ mensual production that represents the 99.14% of the total, this had great impact due to the lack of treatment of the effluent.

The 49.8% of the water footprint of the product was unsestainable by production when evalued by the criteria geographic and of the process.

In addition, the unit code was determined, resulting in the value of s/0.20 soles by biodegrable pot, information that allowed comparison with plastic bags for plants.

Keywords: *water footprint; sustainability; unit code; biodegrable pot.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto incrementada la preocupación e interés por los recursos naturales, debido a la explotación incontrolable de los recursos, el cambio climático y las pocas medidas de conservación o manejo adecuado de los mismos; junto a ello se suma el crecimiento exponencial poblacional que sin un ordenamiento territorial adecuado afectan los recursos naturales, especialmente la limitad disponibilidad y el poco abastecimiento de los recursos hídricos a la población.

Esta situación ha llevado a buscar y proponer técnicas que permitan cuantificar los recursos y los impactos, proyectar la sostenibilidad y el abastecimiento de estos a la población. Una de estas técnicas es la huella hídrica (HH), que es un indicador multisectorial y geográfico.

El auge que está teniendo la producción de palma aceitera en la región y la responsabilidad ambiental que tienen las entidades estatales hacen que cada año se realicen proyectos de reforestación o se implementen los viveros con plantaciones más comerciales como las de palma aceitera u ornamentales.

Estas actividades trajeron consigo la contaminación del suelo y cuerpos de agua, que al no tener una adecuada disposición final las bolsas plásticas de almácigo que contienen dichos plantones son arrojados sin ningún cuidado a cualquier parte. La producción de las bolsas plásticas es derivada del recurso petróleo para cuya explotación se contamina y destruye muchos ecosistemas.

Por otra parte, las empresas dedicadas a la siembra y refinamiento del aceite han visto un gran potencial en la Amazonía Peruana, teniendo como consecuencia la instalación de grandes extensiones instaladas de palma aceitera que como toda actividad productiva genera residuos como el “escobajo”, materia prima que se utilizó para producir las macetas biodegradables dando uso a los residuos generados como una alternativa viable, sostenible y sustitutoria a las bolsas plásticas de vivero.

Esta investigación se desarrolló para cuantificar la huella hídrica como un producto alternativo, sostenible y comprometido en administrar de forma eficiente el recurso hídrico durante su elaboración de macetas biodegradables, asimismo, se quiere conocer el monto a pagar por parte de los usuarios por este producto, resaltando que a pesar de las diferencias de precios de venta que podría haber, el valor ambiental determinará la decisión final de los usuarios.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El impacto que la sociedad ha causado al medio ambiente en los últimos años se ha hecho demasiado evidente, que la producción y el consumo de residuos es cada vez mayor y los recursos naturales del planeta así lo sienten. Sin lugar a dudas uno de los problemas más innegables es el referente al agua, no sólo marcado por las crecientes desigualdades que atribuye la distribución geográfica, sino también por las decisiones políticas y económicas que determinan la relación social del hombre y las comunidades con tan preciado líquido.

Al respecto, Hoekstrack *et al.* (2011), expresan que “el consumo de agua y la contaminación pueden estar asociados a actividades específicas, como el riego, el baño, el lavado, la limpieza, el enfriamiento y el procesamiento”. (pág. 27)

El agua dulce se considera un recurso estratégico por la importancia que tiene para la reproducción de la vida, de la sociedad y del sistema económico y productivo actual, como es el caso de productos agrícolas, fibras naturales, y bioenergía.

El final del año 2020, se caracterizó por una preocupante escasez del agua, lo que implicó que la misma se cotizara en el mercado de futuros de Wall Street. (Chipman, 2020), señala que el agua, junto a otros productos como el oro y el petróleo, se convertirían en uno de los productos naturales que se comercializan

y negocian en Wall Street, razón que preocupa a investigadores y población en general por la importancia y necesidad del preciado líquido para la vida.

Dentro de las razones principales, para que en la actualidad, el agua se considere un producto natural escaso, se encuentran: El crecimiento de las actividades productivas que requieren de este recurso y el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, los productos químicos agroindustriales, la carencia de tratamiento de las aguas servidas y algunas otras causas que hacen que la contaminación del agua sea mayor y que la que es aprovechable se reduzca, la sobreexplotación de acuíferos, las sequías, el retroceso de los glaciares, las actividades poco respetuosas con el medio ambiente, y el desarrollo de eventos climáticos extremos, así como la imposibilidad de prevenirlos a tiempo.

Como puede observarse, dentro de las razones anteriores, se encuentran algunas de carácter natural y otras en las que el hombre y la sociedad tienen una gran responsabilidad.

En relación con ello, según declaraciones del analista Jorge Guillén, las recientes cotizaciones del agua en el parque neoyorquino alcanzarán al mercado peruano debido a la distribución geográfica, situaciones que perjudican y ponen alerta la situación del recurso hídrico en el mundo.

El Perú se ha considerado como el octavo país con mayor disponibilidad de agua, y el tercero en América Latina, tomando como referencia los datos de la base de datos de *Aquastat* de la FAO, 2015 (www.fao.org). Pero eso se

contradice con la realidad en la gestión hídrica que tiene el país, debido a que en gran parte de la costa y sierra peruana no se dispone del recurso hídrico o en el caso de la selva que se obtiene el recurso pero que en su mayoría se encuentra contaminado por diferentes actividades antrópicas.

Además, a ello se suma el período de abundancia del recurso de 3 a 5 meses (desde diciembre hasta mayo) y un periodo de estiaje de 7 a 9 meses (desde mayo hasta diciembre), convirtiéndose en una situación desfavorable para las necesidades hídricas del país. (FAO, 2015)

Particularmente, en la región Ucayali, son pocas las actividades productivas que tienen en consideración el uso eficiente del agua y la contaminación que pueden generar las actividades que se realizan, por lo que a pesar de encontrarse situada en la región selva, lugar donde es abundante el recurso hídrico, se puede determinar que en su mayoría es agua contaminada.

A esta problemática anterior, como se había comentado antes, se adiciona la acción devastadora producida por la generación cada vez más creciente de plásticos y con ello de basura. Según (Geyer, Lavender Law, & Jambeck, 2017) , estudios recientes apuntan que desde los años 60 del pasado siglo, los plásticos han invadido la vida cotidiana. Se habla de cifras verdaderamente escalofriantes: la producción de 8300 millones de toneladas de plásticos vírgenes desde los inicios, siendo el grave problema la cantidad de residuos que generan: 6300 toneladas desde 2015, de las cuales solo el 9% se ha reciclado, el 12% se ha incinerado y el 79% está en vertederos, en el mar o en entornos

naturales. Si este ritmo se mantiene, se estima que el 2050 habrá en el mar un peso mayor de plásticos que de peces.

Los productos biodegradables representaron una alternativa viable para disminuir la contaminación del planeta y de la salud del hombre en general, ya que el uso de los envases plásticos que son fabricados a partir de derivados del petróleo como el polietileno, causan problemas de salud al consumir alimentos y bebidas en este tipo de envases.

Por ello se propuso la elaboración de macetas biodegradables, como una oportunidad de mercado a nivel regional y promover el consumo de productos que preservan el ambiente con el respaldo de las leyes establecidas que impulsan y fomentan este tema. Por ello, parte de este estudio buscó determinar el costo unitario de las macetas biodegradables, para así poder dar un valor no solo sostenible sino económico y alcanzable a los usuarios interesados, como es el caso de una idea de negocio viable y eco amigable que tuvo el fin de producir y comercializar envases descartables y biodegradables a base de cascarilla de arroz (Delgado Lara, Samillán Sara, Cobeñas Bernal, & Corcuera Salcedo, 2019).

A partir de los elementos anteriores, en la investigación se realizaron análisis en función de la elaboración de las macetas biodegradables a partir de residuos de la industria del aceite de palma y cómo contribuyen de manera positiva al medio ambiente.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. General

¿Cómo las macetas biodegradables elaboradas de los residuos de la industria de aceite de palma generan contribuciones ambientalmente positivas y favorecen económicamente a los consumidores?

1.1.2. Específico

- ¿Cómo determinar la huella hídrica de las macetas biodegradables procedentes de residuos de la industria de aceite de palma y su sostenibilidad?
- ¿Cuál es el costo unitario por maceta biodegradable procedente de los residuos sólidos de la industria de aceite de palma?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. General

Evaluar las contribuciones ambientales y económicas de las macetas biodegradables procedentes de los residuos de la industria de aceite de palma.

1.2.2. Específico

- Cuantificar la contribución ambiental a través de la Huella Hídrica en las macetas biodegradables procedentes de residuos sólidos de la industria de aceite de palma y su sostenibilidad.
- Determinar la contribución económica a través del costo unitario por maceta biodegradable procedente de los residuos sólidos de la industria de aceite de palma.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Del Problema

La producción de los bienes y servicios que consumimos diariamente, presenta para su evaluación un grupo de indicadores, dentro de los que destaca, para la investigación que se desarrolla, el indicador medioambiental referente a la Huella Hídrica, que define el volumen de agua dulce total utilizado para la producción. Su evaluación, aunque para muchas personas es imperceptible, nos demuestra el agua que cuesta fabricar un producto o brindar un servicio determinado.

Tradicionalmente, las evaluaciones del uso del agua, se realizaban midiendo o estimando las captaciones de las fuentes superficiales o subterráneas, ignorando la producción de bienes y servicios finales, sin tener en cuenta que estos productos se realizan en largas cadenas de producción con consumos específicos dentro de cada una de las etapas y con impactos específicos según cada zona.

El indicador denominado huella hídrica, trata de suplir esta deficiencia, buscando evaluar el nivel de apropiación e impacto sobre los recursos hídricos que requiere la producción de un bien o la prestación de un servicio a lo largo de toda su cadena de producción, incluyendo, en el cálculo, las materias primas. Su cálculo se establece de forma modular, es decir, sumando las necesidades de

uso y consumo de agua de cada etapa de producción desde el origen hasta el consumidor final.

Específicamente en el Perú, el tratamiento de la huella hídrica, es tratada por el Ministerio de Agricultura y Riego, a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), con el propósito de que la ciudadanía conozca la cantidad de agua que utiliza en sus actividades diarias y que se utiliza también para fabricar lo que consume.

Ante estos desafíos que a nivel mundial y nacional existen en cuanto a los recursos naturales, en el Perú, se evalúa de forma permanente no solo el comportamiento de las fuentes de agua, sino también cómo se comportan las demandas de agua en los distintos sectores.

En el marco de la implementación de las medidas determinadas en el Plan Nacional de Recursos Hídricos, acordes con la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, se propone desarrollar uno de los indicadores denominado “huella hídrica”, que se está empleando en los últimos años en varios países y permite conocer el uso del agua dulce, abarcando tanto el uso directo como el indirecto de un consumidor o de un productor.

Este indicador, que ya ha sido empleado en países de Europa y América Latina, permitió conocer el impacto del consumo de productos en estos países sobre los recursos hídricos globales, la relación entre la huella hídrica y sus economías globalizadas, y cómo se conectan, a nivel interno, las cuencas o

regiones a través del consumo de productos, con la finalidad de poder aportar en el desarrollo de políticas externas o internas, para una mejor gestión de los recursos hídricos.

Como parte de los estudios realizados al respecto, se presenta varios referentes tanto a nivel nacional como internacional, es por ello que se hará mención de algunas de estas investigaciones:

2.1.1. Antecedentes Nacionales

El recurso hídrico es quizá uno de los recursos naturales más amenazados a nivel mundial y los países toman cada vez mayor conciencia respecto al rol que esto implica en sus posibilidades de desarrollo productivo y social. Los efectos del cambio climático, aunado a inadecuadas prácticas productivas y sanitarias, hacen que países como el Perú, que podría considerarse privilegiado por encontrarse entre los diez con mayores reservas hídricas a nivel mundial, considere la necesidad de evaluar sus lineamientos de política, contar con mayor información y tomar acción respecto a la mejor gestión de un recurso vital para el bienestar de la población y su crecimiento como país.

Si bien no son abundantes las investigaciones que refieren al tratamiento del agua y en específico al indicador huella hídrica en Perú, el comienzo del siglo XXI, alertó sobre la necesidad de cuidar el preciado líquido, provocando que de manera aislada y luego con mayor sostenibilidad se investigara sobre el tema.

En el año 2002, comenzando el siglo XXI, Hoekstra y Hung (2002), realizaron estudios sobre la comercialización del agua a partir de la cuantificación del flujo de agua en el comercio internacional de cultivos.

Estos mismos autores, pero en el 2011 y 2012, realizaron un estudio más dirigido a la huella hídrica en la agricultura y su relación con la ubicación geográfica. (Hoekstra et al, 2012) Estos estudios sostenidos y profundos le permitieron la publicación del manual de aplicación Water Footprint Assessment Manual, realizado por Hoekstra et al. (2011) que establece el estándar para la evaluación de la huella hídrica desarrollado por la Water Footprint Network (WFN).

En relación con ello destaca la investigación de Rendón (2015), que muestra el estado de la huella hídrica del Perú, haciendo un particular en los ecosistemas con mayor escasez hídrica, igualmente nos da elementos para identificar ventajas y posibilidades si en la producción de servicios se tiene este indicador en consideración.

Posteriormente en el 2016, y como parte de la colaboración establecida entre la Fundación Chile y la ONG Agualimpia y bajo el marco del proyecto Suizagua Andina Chile y Perú por COSUDE, se desarrolló una investigación que aplicó el Manual para la evaluación de la huella hídrica en una experiencia práctica de 10 empresas de los sectores alimentos, construcción, energético, químico y retail, con el objetivo de medir y reducir la huella hídrica, desarrollar planes de responsabilidad en lo social, lo económico y lo ambiental.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

A nivel internacional el análisis respecto al indicador huella hídrica y su tratamiento es más amplio y tiene más años de experiencia.

En relación directa con la investigación que se realiza, destacan los estudios realizados por Torres y Peña (2015), cuando hablaron sobre la evaluación de la huella hídrica en el cultivo de palma de aceite en una finca bananera de Colombia, en la misma se puede observar un antes y un después del tratamiento del indicador y cómo impactó en las producciones y por tanto en la economía de los productores.

Así mismo, otra investigación en Colombia, Corredor et al (2017), profundiza en la huella hídrica para la producción de leche, utilizando en el estudio, la metodología de la Water Footprint Network en veintiocho fincas. En esta investigación en particular se detalla el paso a paso para obtener la huella verde, con la utilización de CROPWAT; para calcular la huella azul se consideró el agua que se consumió, el agua de la transpiración y el agua agregada al producto; y finalmente para obtener la huella gris se orientó en la contaminación por nitrógeno.

Así mismo Arroyo y Cervantes (2018) realizaron estudios en los que se establece una metodología para el cálculo de un producto industrial. Esta investigación constituye un referente importante para la investigación, teniendo en consideración el producto final que se obtendrá en la investigación.

Otros estudios, entre los que aparece el realizado por Peñaloza-Sánchez et al (2020), se refiere al cálculo de la huella hídrica en cultivos de cebolla y el tomate de cascara en Puebla, México. En este caso, los cultivos analizados demandan de altas cantidades de agua.

2.2. BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas constituyen para cualquier investigación, los principales pilares en los que se fundamentó los resultados que se obtuvieron y por tanto abarca cada uno de los elementos que durante el proceso se trataron. En tal sentido, la investigación consistió en la evaluación de la huella hídrica y el costo de las macetas biodegradables elaboradas a partir de residuos sólidos de la palma aceitera, razón por la que se tuvo en consideración el producto inicial que lo constituye la palma aceitera.

2.2.1. Generalidades de la Palma Aceitera

La Palma Aceitera

Esta planta es una palmera oriunda de África, que actualmente se cultiva en diferentes países de todo el mundo. En el Perú la mayor expansión de este cultivo de la palma aceitera se dio a finales de los 90´s, estableciéndose como una actividad fundamental agraria con un mayor crecimiento y potencial en la Amazonía peruana durante los últimos años hasta la actualidad. Su expansión y rápido crecimiento ha estado asociado las condiciones agroecológicas y productivas de las zonas productivas, especialmente las que se encuentran en la zona de selva peruana, así como la gran demanda insatisfecha por los

derivados de la misma, frente a ello se han tomado medidas implantadas por el Estado Peruano, como la difusión y generalización del Decreto Supremo N° 015-2000-AG, en donde se declaró el interés nacional por el establecimiento de plantaciones de palma aceitera y como alternativa a las plantaciones de hoja de coca (MINAGRI, 2016).

La rápida expansión de este cultivo ha reportado beneficios y ganancias para la región, no obstante, no es el aceite de la palma aceitera lo único aprovechable, también los residuos sólidos de la industria dedicada la obtención del aceite es un producto utilizable y aprovechable, en la presente investigación así se trató para el caso específico de la construcción de macetas biodegradables.

2.2.2. Macetas Biodegradables

Las macetas biodegradables se elaboraron a base de residuos orgánicos que por su naturaleza poseen una rápida degradación y por tanto evita daños al medio ambiente, y solo en alguno de los pasos para su construcción se necesitó hacer uso de los recursos hídricos.

Las macetas biodegradables se fabricaron a partir de materias primas naturales, con los residuos de la industria de aceite de palma, específicamente con el escobajo, adicionalmente se utilizaron aglutinantes naturales (como lo son almidón, celulosa de: plátano, maíz, yuca, arroz, etc.), que finalmente cuando se realizó la plantación se degradaron por organismos vivos (hongos, bacterias o microorganismos), por lo que es insignificante la contaminación causada en tanto todos los productos son naturales.

2.2.3. Macetas Biodegradables de Escobajo de Palma Aceitera

Existe una experiencia en la Universidad Nacional de Ucayali, en la elaboración macetas biodegradables, se utilizó como materia prima principal los residuos de actividades de la industria de la palma aceitera el “escobajo”, en este caso específico el aglutinante que se utilizó fue almidón obtenido de los residuos de la cáscara y el raquis del plátano Bellaco Harton.

Sin embargo, no es solo la maceta en sí, sino que utilizó aditivos para su buen funcionamiento, entre los que se cuenta:

- Rocas Fosfórica
- Dolomita

De tal forma que permitió proveer el sustrato necesario para el crecimiento y supervivencia de la plántula.



Figura 1. Maceta biodegradable elaborada con "Escobajo de palma” en la Universidad Nacional de Ucayali

2.2.4. Aglutinante de la Maceta Biodegradable: Almidón de cáscara de plátano verde

Para la obtención del almidón del plátano verde Hartón, se tienen diferentes metodologías según la calidad del almidón que se desea conseguir para el estudio que se realiza.

Una alternativa para aprovechar al máximo el almidón del plátano es identificando en qué partes de la planta (hojas, tallo, raquis) y fruto (cáscara, pulpa) se encuentra la mayor concentración de almidón.

El plátano verde posee un alto contenido de almidón, es por ello que es considerado como un recurso importante en la alimentación y excelente para utilizarlo como aglutinante para las macetas biodegradables.

Método De Extracción Del Almidón: Caso 1

Hay una variedad de métodos para la obtención del almidón, pero estos varían de acuerdo a las diferencias de la composición de los vegetales, es por ello que no todos son aplicables al plátano.

En el estudio realizado por (Mazzeo Meneses et al, 2010), se detallan dos tipos de metodologías para la extracción del almidón:

- **Método Seco**

Inicialmente se pesó el fruto verde, posterior a ello se lavó con agua potable y se aprovechó en desinfectar con hipoclorito de sodio al 1%.

Se eliminó las cáscaras y se cortó la pulpa en rodajas, ubicándolos en una solución de ácido cítrico al 0.3%.

Luego se escurrió y se llevó al secador a 40°C durante 10 horas. Se pasó al proceso de molienda, para después sumergirlo en agua en un lapso de cuatro horas, en donde se decantó el almidón, después se volvió a llevar al secador para finalmente ser empacado en bolsas de polietileno.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en dicho estudio:

Tabla 1. *Rendimiento y mermas. Extracción almidón método seco*

Muestra	Peso inicial pulpa (g)	Peso almidón en pulpa (g)	Almidón extraído (g)	% Extracción almidón	% Rendimiento de almidón extraído con respecto al total
1	12200	2800	1500	12,30	53,57
2	11400	2400	1150	10,09	47,92
3	11800	2700	1300	11,02	48,15
4	11900	2600	1250	10,50	48,08
5	12100	2600	1300	10,74	50,00
Prom	11880	2620	1300	10,93	40,62
Base calculo: 20kg de residuos de plátano verde					

Fuente: (Mazzeo Meneses et al, 2010)

- **Método Húmedo**

Se inició con el pesado del fruto, para luego lavarlo, desinfectarlo y descascarar el fruto. Después en trozos se licuó por dos minutos. Se cribó en mallas de 50 y 100 US. En cada malla se lavó hasta limpiarlas, la suspensión que se obtuvo se separó en la centrífuga 10800 por gramo en donde se eliminó lo restante, obteniendo un residuo blanco (almidón), posterior a ello se suspendió

nuevamente con agua y se centrifugo nuevamente, repitiéndose tres veces, para finalmente llevarlo al secador a 40 a 45°C por 48 horas hasta obtener la pasta final seca. Los resultados obtenidos con este método se detallan a continuación:

Tabla 2. *Rendimiento y mermas. Extracción almidón método húmedo*

Muestra	Peso inicial pulpa (g)	Peso almidón en pulpa (g)	Almidón extraído (g)	% Extracción almidón	% Rendimiento de almidón extraído
1	13600	2992	1720	13,87	57,49
2	12400	2728	1600	12,31	58,65
3	13000	2860	1640	12,33	57,34
4	13300	2926	1660	12,39	56.73
5	13400	2948	1580	11,79	53,60
Prom	65700	14454	8200	12.538	56.76
Base calculo: 20kg de residuos de plátano verde					

Fuente: (Mazzeo Meneses et al., 2010)

Los resultados de ambos métodos (seco y húmedo) permitieron concluir que los resultados mayores se obtuvieron con la aplicación del método húmedo con un 56,76% contra un 49,54% para el método seco.

Método de Extracción del Almidón: Caso 2

El caso 2, pertenece a Colombia, país que considera el plátano un producto que abunda y que por tanto se consume en igual medida. (Hernández et al, 2015) El encontrar la forma de aprovechar todas las partes del mismo constituye por tanto una necesidad y una potencialidad para aprovechar los recursos en bien del planeta.

Los resultados alcanzados con la utilización del método húmedo se muestran a continuación:

Método Húmedo

Implica los siguientes procesos: Lavado, desinfección con hipoclorito de sodio (1%), troceado, inmersión en ácido ascórbico en 5, 15, 30 y 60 minutos respectivamente para las 4 muestras, trituración lavado y tamizado, decantación, eliminación del agua restante (por decantación y filtrado), lavado, tamizado, secado y tamizado final.

Este proceso permitió concluir que el rendimiento de extracción dio resultado de diferencias entre 3 y 4 gr, de 150 gr inicial de piel de plátano procesado. Y el rendimiento del proceso de extracción húmedo varió entre 2 y 2,5 % base húmeda, con una pureza de 50,6 a 69,9% de almidón.

Tabla 3. *Resultados del análisis de pureza del almidón obtenido*

Muestra	% Almidón
M1	57,52 ± 0,48
M2	50,60 ± 0,34
M3	62,78 ± 0,51
M4	69,90 ± 0,76

Fuente: (Hernández, et al, 2015)

2.2.5. Estimación de la Huella Hídrica

2.2.5.1. Huella Hídrica (HH)

Hasta aquí se han abordado las principales bases teóricas asociadas a la palma aceitera, sus residuos sólidos, las macetas biodegradables construidos con estos residuos, así como la obtención del almidón de plátano como el aglutinante que se utilizó en la investigación. Sin embargo, el elemento de análisis, en tanto transversaliza todas las etapas de construcción de las macetas biodegradables, lo constituye la huella hídrica.

La huella hídrica se reconoce como uno de los indicadores de sostenibilidad del recurso hídrico a nivel mundial y por consiguiente a nivel nacional (Pellicer y Martínez, 2016).

Permitió identificar desde su medición las relaciones sociales y ambientales, razón que lo distingue como el más importante factor de impacto en relación a los recursos naturales.

Según investigaciones realizadas por Hoekstra et al (2011) la huella hídrica es un indicador cuantitativo que es expresión de la apropiación humana de los recursos naturales.

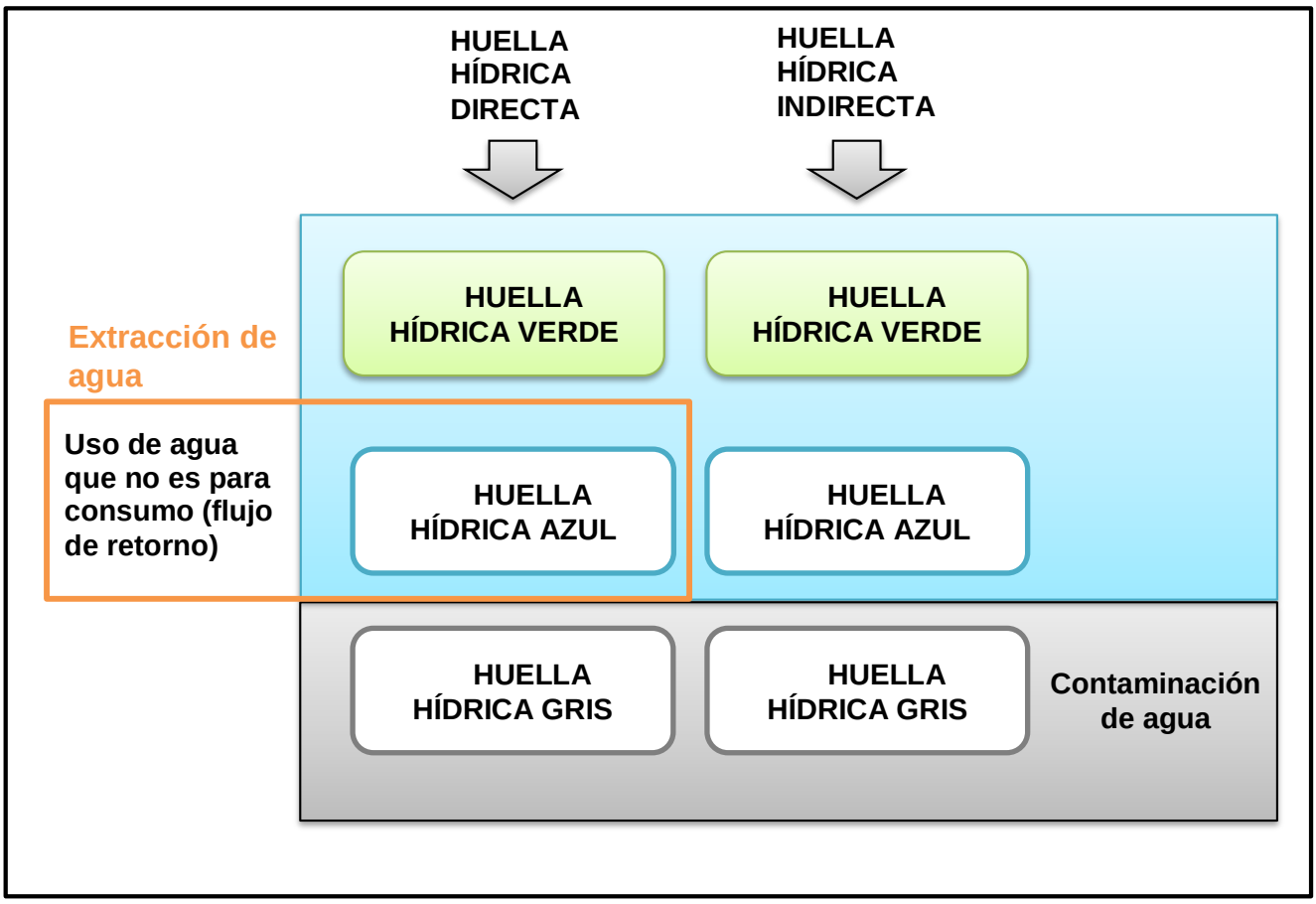


Figura 2. Componentes de la Huella Hídrica

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua - ANA, 2015)

2.2.6. Huella Hídrica de un Producto

Aunque pudiera parecer un tema abstracto, la huella hídrica de un producto está dada por el volumen total de agua dulce que se utiliza directa o indirectamente en su producción, en este caso de estudio en particular, ello implica la huella hídrica de la palma aceitera (Hoekstra et al., 2011).

Este indicador, se calculó teniendo en consideración el consumo de agua y la contaminación que generó en todas y cada una de las etapas de la cadena de producción.

En el caso particular de los productos agrícolas, la huella hídrica se expresa en m^3/ton o litros/kg, mientras que en productos industriales la huella hídrica se expresa en m^3/US $ o volumen de agua por pieza.

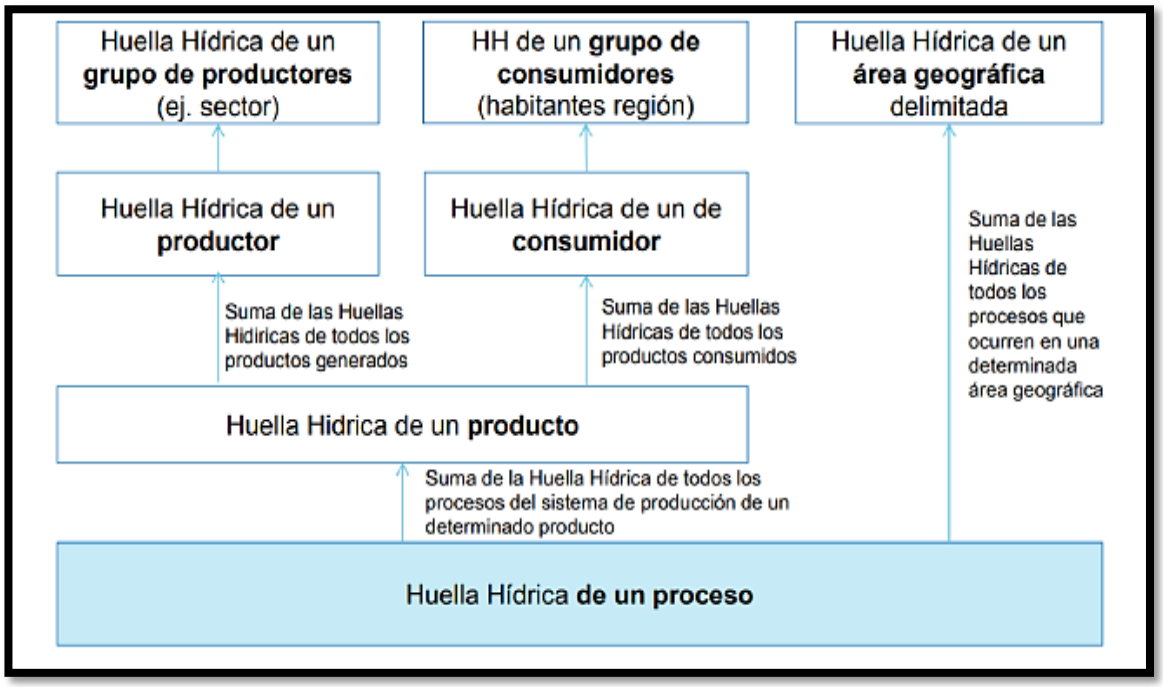


Figura 3. Organigrama para estimar la Huella Hídrica de un proceso.
Fuente: Hoekstra et. al, (2011)

2.2.7. La Huella Hídrica en el Perú

Antecedentes de la Huella Hídrica en el Perú

La huella hídrica y su medición como indicador, puede catalogarse como joven en el Perú, no obstante, sus avances han sido significativos y ha ganado en importancia, sobre todo a partir del año 2012 producto de la colaboración internacional.

En el propio año 2012, se desarrolló el Seminario Internacional sobre huella hídrica, que tuvo como objetivos desarrollar estrategias para el manejo integral de las cuencas, fomentar y aumentar los niveles de abastecimiento de agua potable, y llevar a cabo una política integral que fomente el uso adecuado del agua.

Relacionado con el seminario y producto de las colaboraciones internacionales, se publicaron dos estudios de la Autoridad Nacional del Agua (ANA): la huella hídrica del espárrago y la huella hídrica del arroz.

El año 2013 también estuvo signado por la intención a nivel nacional de potenciar el tema y se realizó el taller de Fortalecimiento Profesional en Gestión Integrada de Recursos Hídricos, organizado por el Centro de Investigación en Geografía Aplicada (CIGA) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), en el que se contó con la participación y colaboración del ANA y del Global Water Partnership.

Estos seminarios e investigaciones permitieron diagnosticar la gestión integral del recurso hídrico, concluyendo en la carencia de gobernabilidad al respecto.

No obstante, los problemas también se potenciaron otros elementos, entre los que destacan el fortalecimiento institucional del AAA, planes de desarrollo concertado, presupuesto participativo, realización de estudios y diagnósticos, junto a ello se identificaron aspectos negativos como la falta de cultura frente al agua, falta de interés, etc.

Todo el proceso ratificó que para reducir los desequilibrios y perjuicios que se generan sobre los recursos hídricos es necesario e inminente disminuir la huella hídrica.

Principales estudios de huella hídrica en el Perú

Aunque incipiente el tema y su abordaje a nivel nacional, aparecen, como ya se ha abordado un grupo de investigaciones y estudios respecto al tema.

Los inicios más visibles en el 2012, estuvieron marcados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la realización de tres estudios de huella hídrica en el arroz, el espárrago y la quinua. Los resultados en función de la cuantificación del agua utilizada para estos cultivos teniendo en consideración las principales zonas geográficas en las que se cultiva cada uno de estos productos, la producción de arroz se ubica en la costa y en la selva; y la del espárrago, en la costa, y de la quinua, en la sierra.

2.2.8. Estimación del costo unitario de las macetas biodegradables

Sabemos que todo producto elaborado tiene como fin primordial generar ingresos económicos sea cual sea el rubro al que vaya dirigido, pero sabemos que si se trata de productos ecológicos o biodegradables se tiene mayor consideración entre los consumidores, esto se da no solo por el cuidado del medio ambiente sino también por el cuidado del bienestar de las personas.

Sin embargo, lo natural no es gratis, también cuesta independientemente que se haga con los residuos de una industria mayor, es así que estimar los costos unitarios de las macetas biodegradables, expresa de manera cuantitativa el proceso que transcurre para obtener dicha maceta y por tanto los resultados dan una perspectiva para próximos estudios que profundicen en políticas de precios adecuados para una mejor comercialización el producto.

El costo unitario

Según la revista (El Buzón de Pacioli, 2014) la determinación del costo unitario posee un papel esencial en todas las empresas productivas.

El definir el costo unitario de un producto, en nuestro caso de estudio de las macetas biodegradables, se determinó con la información recopilada de todo lo invertido para la elaboración de las mismas. Para lo cual fue necesario tener varios elementos en consideración y que se describen a continuación.

Elementos del Costo

A) Materiales (Costo Fijo)

De acuerdo con (Pacheco, 2019) la materia prima es el material primordial o básico para la fabricación de algún producto que se desea generar. Se considera el componente indispensable y central durante un proceso de producción. Lo que implica que en el producto final se puede distinguir o identificar la mayor parte del material que conforma a dicho producto.

Es por ello, que frente a la actividad de producción de algún producto se requiere invertir en la materia prima, del mismo modo a eso se irán añadiendo otros costos durante el procesamiento.

Ello implica por tanto la existencia de dos tipos de materia prima:

a) Materia Prima directa

Son los elementos y suministros que se utilizan en el proceso de fabricación, por el cual son solicitados en el área de compras o el área encargada de ello. Estos son almacenados bajo la supervisión del trabajador. (Pacheco, 2019)

b) Materia Prima indirecta

Son aquello elementos que aunque no son incorporados en los artículos son necearios para poder llevar a cabo el proceso de fabricación; en este grupo se encuentran también los materiales directos que son utilizados en pequeñas cantidades y son clasificados junto con los indirectos. (Pacheco, 2019)

B) Mano de Obra Directa

Referida a la labor que es realizada por las personas que contribuyen directa o indirectamente en la transformación de la materia prima para obtener algun bien o servicio.

Tiene su expresión visible en el esfuerzo físico o mental que se consumen en elaborar un producto, a lo que se agrega la preparación del sujeto para desarrollar la actividad, en tanto se requiere de destreza, experiencia y conocimientos. Los costos de la mano de obra representa el precio que se paga por los recursos humanos, (Alvarado y Calle, 2011)

C) Gastos Generales de Fabricación (Costo Variable)

Son costos independientes de la producción, en este rubro se incluyen la depreciación de las diferentes máquinas y equipos que son utilizadas en el proceso de producción, la energía eléctrica y el consumo de agua, (Alvarado y Calle, 2011)

Para la presente investigación, se tuvo en consideración un 10% de los costos indirectos “varios” para la obtención del costo unitario de las macetas biodegradables.

2.3. Definición de Términos Básicos

Huella Hídrica: La huella hídrica (HH) es un indicador de toda el agua que utilizamos en la vida diaria; para producir la comida, en procesos industriales y la generación de energía, igualmente se contabiliza en este indicador, el agua

que se ensucia y contamina a través de esos mismos procesos, (Arreguín et al, 2007)

Huella Azul: Se corresponde al consumo de agua proveniente de fuentes naturales, superficiales y subterráneas, que deben ser almacenadas y distribuidas para ser entregada a los usuarios, por lo que su suministro tiene costo, (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

Huella Verde: Agua extraída que puede ser absorbida por las raíces de las plantas y con un costo de abastecimiento prácticamente nulo, (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

La huella hídrica verde se refiere al consumo de recursos hídricos verdes (agua de lluvia siempre que no se escurra), (Hoekstra et al., 2011). Es un indicador del uso humano del agua de lluvia y describe la lluvia en la tierra que no drena ni fluye, pero permanece en la vegetación del suelo. En el caso de campos agrícolas, se refiere a la evaporación del agua de lluvia de campos agrícolas y plantaciones forestales, así como del agua traída durante la cosecha o siembra. Cuando se trata de proceso, la huella hídrica verde es la cantidad de agua de lluvia que se evapora o se introduce en el producto, (Vázquez del Mercado Arribas & Lambarri Beléndez, 2017).

Huella Gris: Referida a la cantidad de agua necesaria para diluir algún agente contaminante en el agua utilizada, similar a una carga de contaminantes en base

de concentraciones en el entorno natural y a los estándares de calidad del agua del ambiente, (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

Macetas Biodegradables: Envases degradables para viveros, a base del "Escobajo" residuos sólidos procedentes de la industria de aceite de palma, producto alternativo a las bolsas de polietileno para viveros.

Escobajo: material vegetal, descompuesto y utilizado como abono orgánico de las propias plantaciones de palma aceitera, en tanto aporta los nutrientes a las plantas. Constituyen desechos que se descomponen en el lugar donde se botan, permite la retención y acumulación de la humedad, el control de las malezas y la aplicación mínima de fertilizantes, (Miranda, 2012)

Biodegradable: Substancia que puede experimentar transformación de un sustrato orgánico complejo en substancias más simples debido a la acción de organismos.

Punto Crítico: Es un periodo específico del año en una zona de captación específica en la que la huella hídrica es insostenible debido a que, se ponen en peligro las necesidades medioambientales del agua o las normas de calidad de esta, (Hoekstra, Chapagain, Martinez Aldaya, & Mekonnen, 2011)

Materia Prima: Substancia que permanecen en su estado natural u original, antes de ser sometidas a un procedimiento o proceso de fabricación. Materiales primarios de un proceso de fabricación, (Vallejo y Asunción, 2004)

Producto: Es un bien o servicio con el que se satisface una necesidad física y/o psicológica del consumidor.

Costos: hace referencia a los valores monetarios que se utilizaron en un período de tiempo para la elaboración de servicios y son recuperables, (Pacheco, 2019)

Costo Directo: influyen en la realización de un producto, proporcionales a la producción, como por ejemplo la materia prima, (Pacheco, 2019)

Costo indirecto: esenciales para llevar a cabo la producción, pero no se puede atribuir directamente al producto. Por ejemplo: luz, agua, alquiler, depreciación, etc, (Pacheco, 2019)

Costo de producción: representa las operaciones realizadas desde la adquisición de las materias primas, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio. Los elementos del costo unitario de producción son: materia prima, mano de obra y gastos indirectos de producción, (del Río, 2011).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de investigación realizado fue de naturaleza **cuantitativa,** en tanto se requirió de la recolección de datos para cuantificar la huella hídrica y el costo unitario de la elaboración de las macetas biodegradables y de **alcance descriptivo** inicialmente ya que se detallaron los resultados obtenidos de la huella hídrica de las macetas biodegradables durante su elaboración.

El método utilizado para determinar la huella hídrica se sostuvo en la metodología de la **Water Footprint Network**, que permitió a través del indicador de huella hídrica determinar el volumen de agua utilizada directa o indirectamente por una persona, producto o cultivo, y determinar durante su elaboración la sostenibilidad de las macetas biodegradables.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico, que corresponde con la determinación del costo unitario de las macetas biodegradables, se utilizó el **método numérico y analítico** por maceta biodegradable.

3.2. UBICACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Ubicación del estudio

La investigación se desarrolló en campo y en gabinete, por ello se realizó parte de la investigación en la Universidad Nacional de Ucayali.

Tabla 4. *Coordenadas del área de estudio.*

ID	Este	Norte
1	535660	9076126
3	535815	9056718
4	558176	9057624
9	557481	9077155

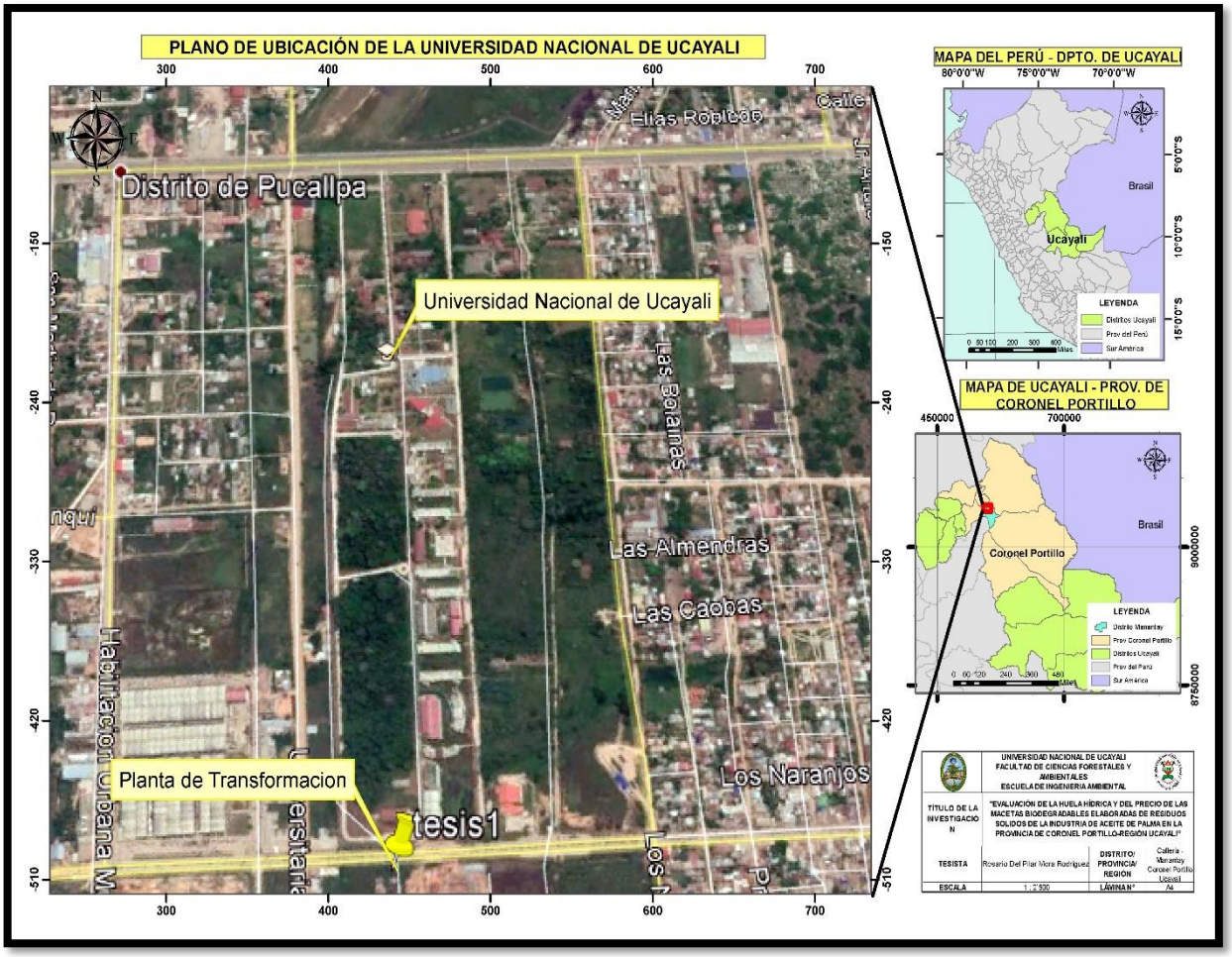


Figura 4. Mapa de ubicación de la Universidad Nacional de Ucayali. Área de estudio

3.2.2. Población

El presente estudio de investigación tuvo como población la cantidad de macetas biodegradables que se produjeron en las instalaciones de la Universidad Nacional de Ucayali teniendo como base los residuos sólidos de la industria de la palma aceitera.

(1) Producción/mensual	(7 200) Unidades de macetas biodegradables

3.2.3. Muestra

La muestra representativa del presente estudio es:

Una maceta biodegradable ya que se realizó el estudio cuantitativo en el cálculo del costo unitario por maceta, como se detalla en la metodología de la investigación.



Figura 5. Macetas biodegradables elaboradas del escobajo de palma

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas

Dentro de las principales técnicas a utilizar durante la investigación, se encontraron la observación y el análisis documental. El primero de estos en función de su transversalidad en todos los procesos, por su parte el análisis documental se utilizó al realizar las revisiones previas que expresan los elementos constitutivos de las dos variables objeto de investigación.

Para la recopilación de estos datos se construyó como principal instrumento fichas de observación que recogieron la información pertinente para las valoraciones posteriores.

DISEÑO DE CAMPO

Técnica de Observación

Permitió la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de información que facilita la confrontación de la teoría con la práctica.

En el presente proyecto de investigación al ser cuantitativo se realizó tomando en cuenta la técnica de observación durante la elaboración de las macetas biodegradables, para poder cuantificar la huella hídrica y el costo de las mismas.

Para ello se utilizó del procedimiento de cálculo de la Water Footprint Network como se detalla seguidamente, para poder determinar los resultados y proponer mejoras durante la elaboración de las macetas biodegradables.

Al concluir la huella hídrica de un producto se obtuvo los resultados expresados en términos de volumen de agua por unidad de producto es decir m^3/t.

Dependiendo del grado que abarcó este estudio la huella hídrica fue expresada de acuerdo a su nivel de producción.

3.3.2. Instrumentos

Materiales y Equipos utilizados

Instrumentos

Se empleó fichas para la observación directa como se detalla en las Figuras N°34 y N°35, donde se registraron los datos de los procesos durante la elaboración de las macetas biodegradables por producción.

Materiales

- Vasos precipitados
- Probetas
- Piseta
- Pipeta
- Frascos winkler
- Lapicero
- Libreta

Equipos

- Estufa de secado 240°C
- Balanza Digital Gramera
- Cocina eléctrica
- Oxímetro
- Bomba al vacío

- Laptop
- Cámara digital
- Impresora

3.3.3. Herramientas e Insumos

Herramientas

- Cronómetro Digital

Insumos

- Agua destilada
- Cloruro férrico
- Sulfato de magnesio
- Buffer de fosfato
- Cloruro de Calcio

Otros

- Escobajo
- Normativas DS-004-2017-MINAM_ECA_AGUA
- Internet

Aplicativos

- Microsoft Excel
- ArcGis

3.4. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En correspondencia con la lógica seguida en la investigación, el procedimiento para la recolección y procesamiento de los datos se dividió en dos etapas:

I. Etapa: Cálculo de la huella hídrica

II. Etapa: Determinación del costo unitario

3.4.1. I Etapa: Cálculo de la Huella Hídrica

Durante la I Etapa, se dividen en cuatro fases: la primera de Objetivos y Alcance, la segunda fase es la Contabilidad de la huella hídrica, la tercera fase Evaluación de la Sostenibilidad y la cuarta fase Formulación de respuesta a la Huella Hídrica.

Fase 1: Objetivos Y Alcance

- En esta primera fase, el estudio de la huella hídrica tiene por unidad funcional: 7200 macetas biodegradables.
- El período de medición fue por producción, es decir durante el mes de octubre.
- El área geográfica donde se realizó el cálculo de la huella hídrica fue en las instalaciones de la Universidad Nacional de Ucayali, precisamente en el pabellón VI y en la “Planta de Trasformación” o “Carpintería” de la universidad.

En la Figura 6 se muestra el Plano de ubicación en donde se realizó el presente estudio.



Figura 6. Plano de ubicación de Universidad Nacional de Ucayali - Planta de Transformación “Carpintería”

Las razones principales, por las que se realiza el estudio de la Huella Hídrica (HH) al proceso de obtención de macetas biodegradables de los residuos sólidos de la palma aceitera, responde a que:

- El Perú está considerado entre los diez países con mayores reservas de agua en el mundo, a pesar de ello el Perú se encuentra entre los cinco países más vulnerables al cambio climático (Autoridad Nacional del Agua - ANA, 2015), razón

que constituye prioridad en el manejo del recurso hídrico en la producción de los envases biodegradables.

- El agua es un recurso indispensable muy poco tomado en cuenta en la calidad y sostenibilidad, por su abundancia en la Amazonía Peruana.
- La importancia de conocer la cantidad de agua que deja de estar disponible al elaborar las macetas biodegradables.

El estudio de la Huella Hídrica permitió, además:

- Valorar la importancia en las medidas de mitigación y reducción de consumo del recurso hídrico en actividades productivas al elaborar las macetas biodegradables en la región Ucayali.
- Proponer políticas verdes que sean expresión de la importancia en el cuidado del recurso hídrico a través de índices de medición como la Huella hídrica en actividades productivas.

Los datos y resultados emanados de la investigación que se realizó, se comunicaron a los investigadores y colaboradores del proyecto: **"Aprovechamiento de los residuos sólidos de la industria de aceite de palma para fabricación de envases biodegradables para uso ornamental y agroforestal"**.

Para realizar la contabilidad de la HH se determinó dos procesos que conformaron el sistema de producción de las macetas (figura N°7), donde la HH del producto final se calcula al realizar la sumatoria total de estos procesos.

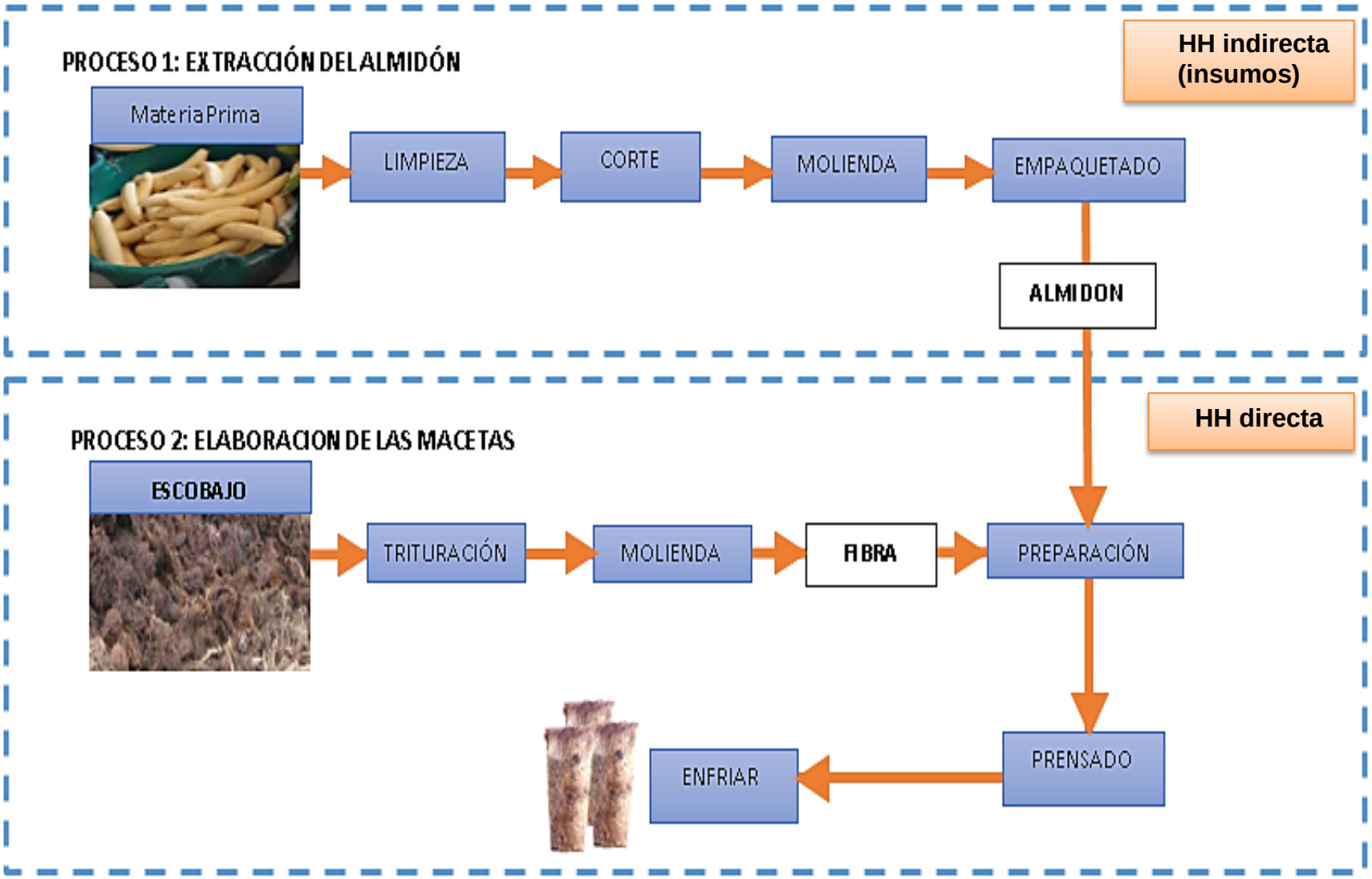


Figura 7. Diagrama de flujo de procesos para la obtención de las macetas biodegradables

❖ A continuación, se muestra el Proceso 1: Extracción de almidón, donde se detalla la HH indirecta.

PROCESO1: Extracción del almidón (Método Seco)

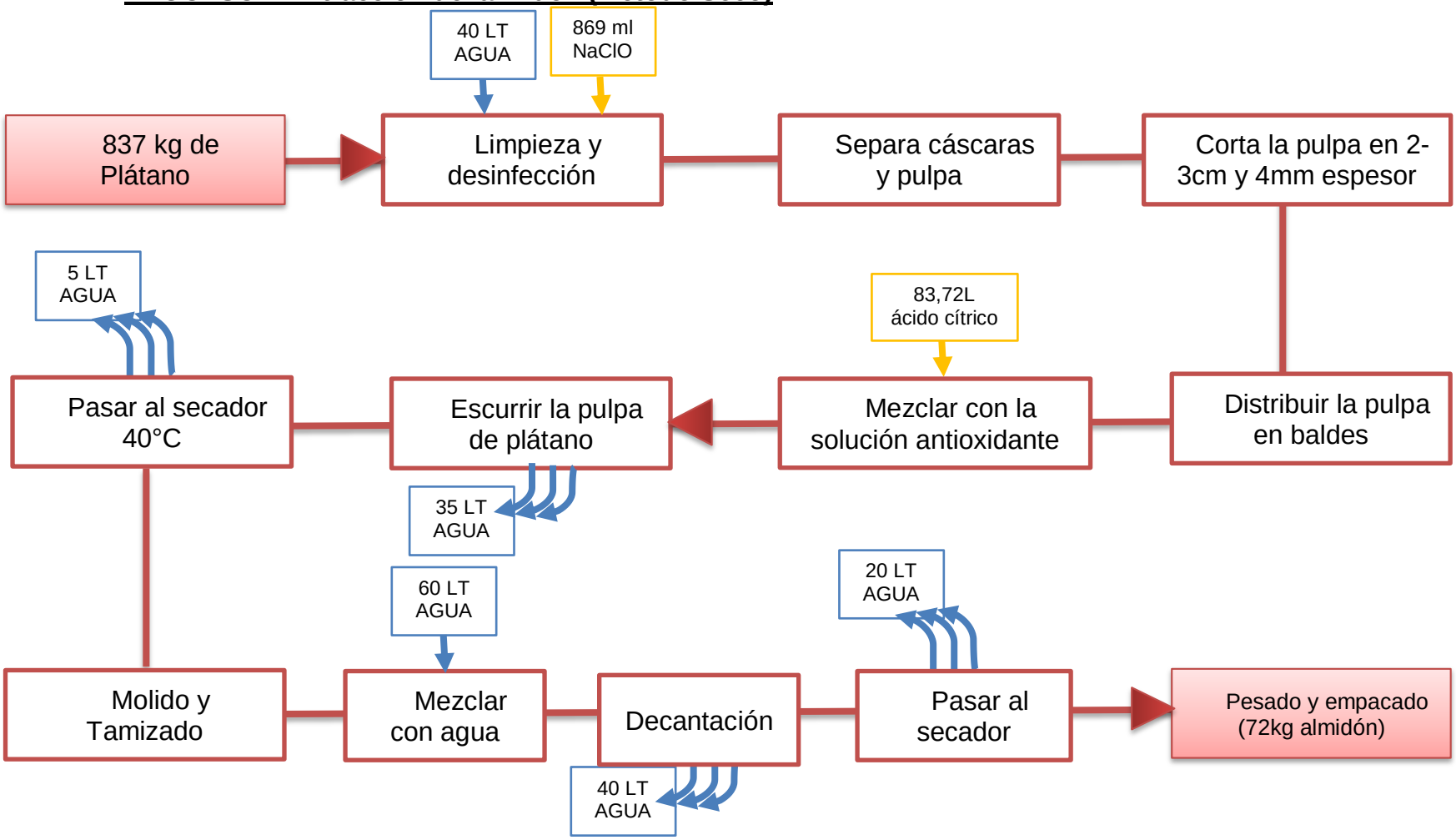


Figura 8. Diagrama del balance hídrico durante la extracción del almidón para la elaboración de las macetas biodegradables

En la figura N°9, se muestra el Proceso 2: Elaboración de las macetas, en donde se detalla la HH directa.

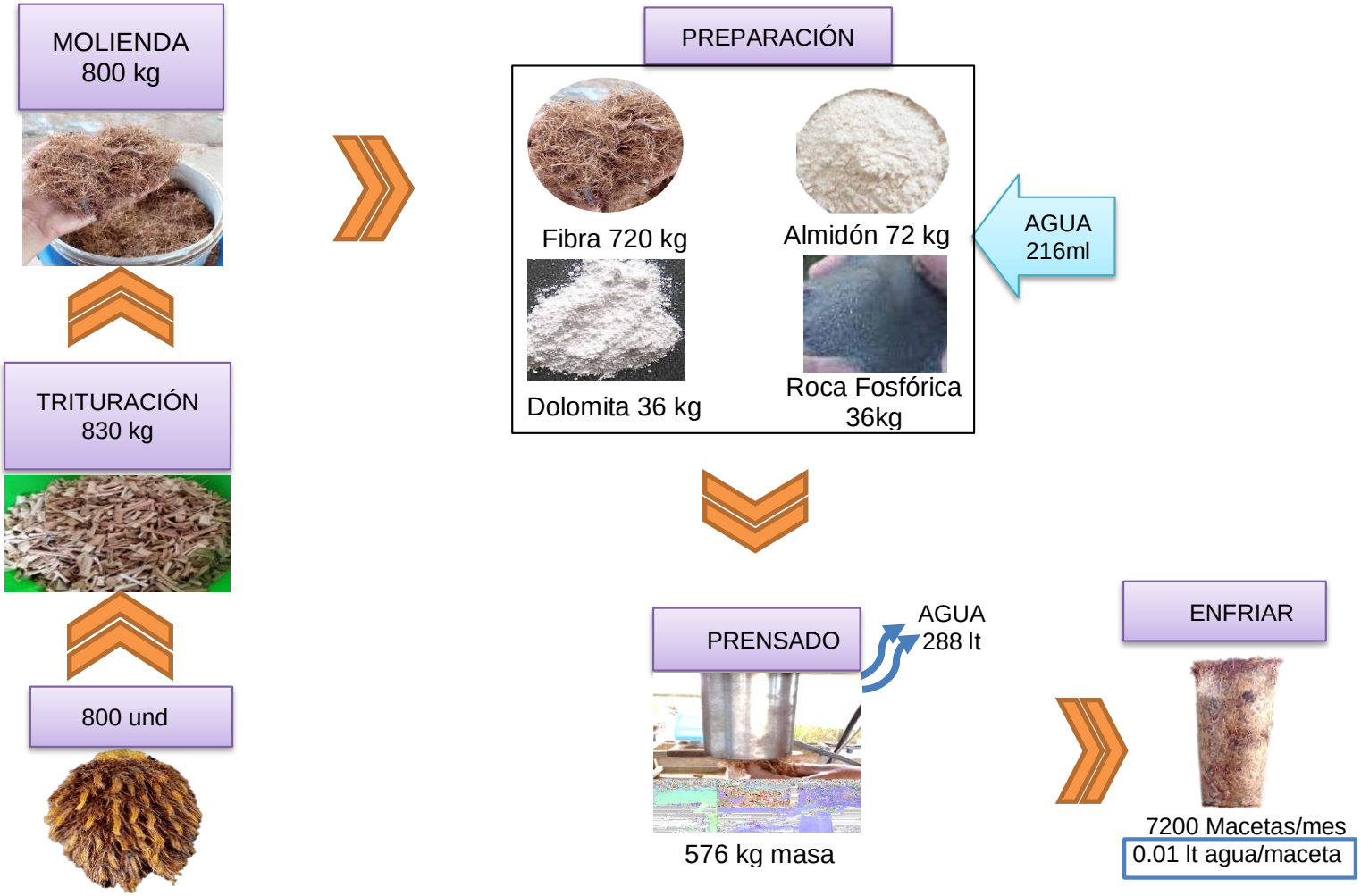


Figura 9. Diagrama de flujo de procesos en la elaboración de macetas biodegradables durante un mes.

Fase 2: Contabilidad De La Huella Hídrica

Según (HOESKRA,2001) el cálculo de la huella hídrica en un producto puede calcularse de dos formas:

1. **Desde el enfoque de la suma de cadenas:**

Se aplica en casos específicos, solo se puede utilizar en un sistema de producción en donde se genere un producto final.

2. **Desde el enfoque secuencial acumulativo**

Se aplica desde un enfoque genérico, basándose en las huellas hídricas de los productos de entrada que fueron necesarias durante la etapa de producción para poder generar el producto final.

En el presente estudio se realizó desde un **enfoque de la suma de cadenas**, es decir al ser sistema simple de producción la huella hídrica de un producto es igual a la suma de las huellas hídricas de los procesos relevantes dividido entre la cantidad producida del producto:

Ecuación (1)

$$\boldsymbol{HH_{prod}[p]} = \frac{\sum_{s=1}^{k} \boldsymbol{HH_{proc}[s]}}{\boldsymbol{P_{[p]}}} \quad [\frac{\boldsymbol{volumen}}{\boldsymbol{masa}}]$$

Donde:

$\boldsymbol{HH_{proc}[s]}$ huella hídrica la etapa *s* del proceso (volumen/tiempo)

$\boldsymbol{P_{[p]}}$ cantidad producida del producto *p* (masa/tiempo)

Esta forma de contabilidad de la huella hídrica consta de determinar la huella hídrica en las diferentes etapas del proceso (como se puede observar en la figura N° 10), donde finalmente se realiza una suma de las huellas hídricas que constituyen el sistema de producción.

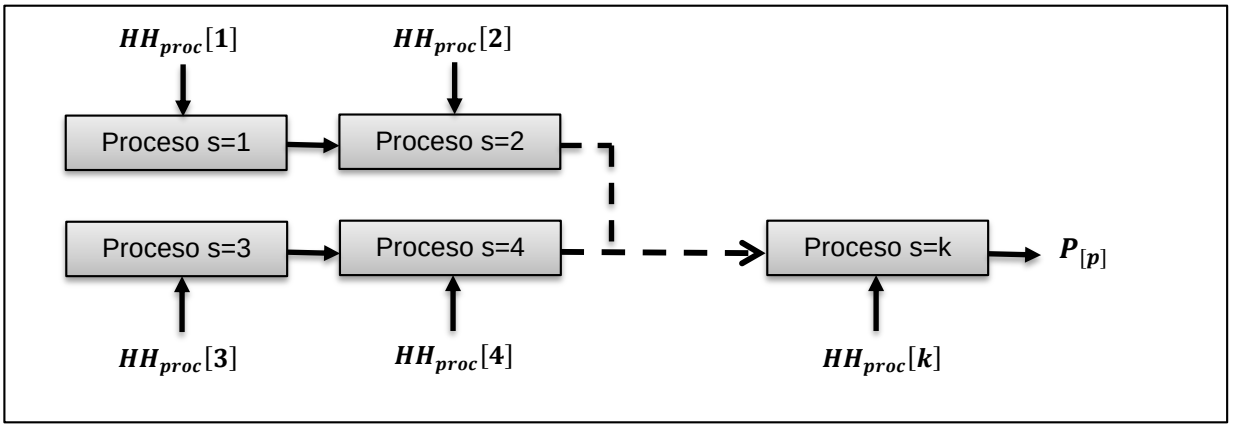


Figura 10. Esquematización del sistema de producción usado para la producción del producto p en k etapas del proceso. Algunas etapas ocurren en serie y otras en paralelo. La huella hídrica del producto final p se calcula sumando las huellas hídricas de proceso de los procesos que constituyen el sistema de producción.

A partir de la información obtenida en la elaboración de las macetas biodegradables, se delimitó las formas de consumo de agua a través de un diagrama de procesos de las huellas hídricas, como se observa en las figuras N°7 y N°11.

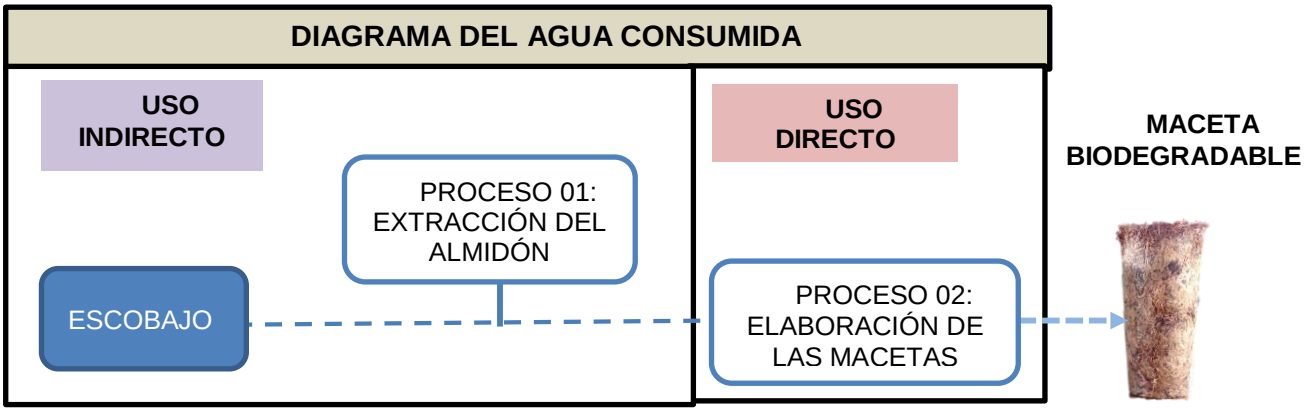


Figura 11. Diagrama de procesos del agua consumida durante la producción de las macetas biodegradables

Para determinar la huella hídrica del producto se realizó el siguiente cálculo:

$$\boldsymbol{HH\ producto = HHdirecta\ (proceso) + HHindirecta\ (insumos)}$$ **Ecuación (2)**

A) Estimación de la huella directa:

Proceso 02: Elaboración

$$\boldsymbol{HH\ proceso = HHazul + HHgris}$$ **Ecuación (3)**

$$\boldsymbol{HH\ azul = Agua\ azul\ evaporada + Agua\ azul\ incorporada}$$ **Ecuación (4)**

$$\boldsymbol{HH\ proc, gris = \frac{L}{C_{máx} - C_{nat}} = \frac{Efl * C_{efl} - Extr * C_{real}}{C_{máx} - C_{nat}}}$$ **Ecuación (5)**

Donde:

L : Carga de contaminante (masa/tiempo)

E_{fl} : Volumen del efluente (volumen/tiempo)

C_{efl} : Concentración de contaminante en el efluente (masa/volumen)

Ext : Volumen de extracción del agua (volumen/tiempo)

C_{real} : Concentración real de del agua extraída (masa/volumen)

$C_{máx}$: Concentración máxima permitida (masa/volumen), en un cuerpo de agua es tomada según los Estándares de Calidad de Agua (ECA)

C_{nat} : Concentración natural en la masa de agua receptora (masa/volumen)

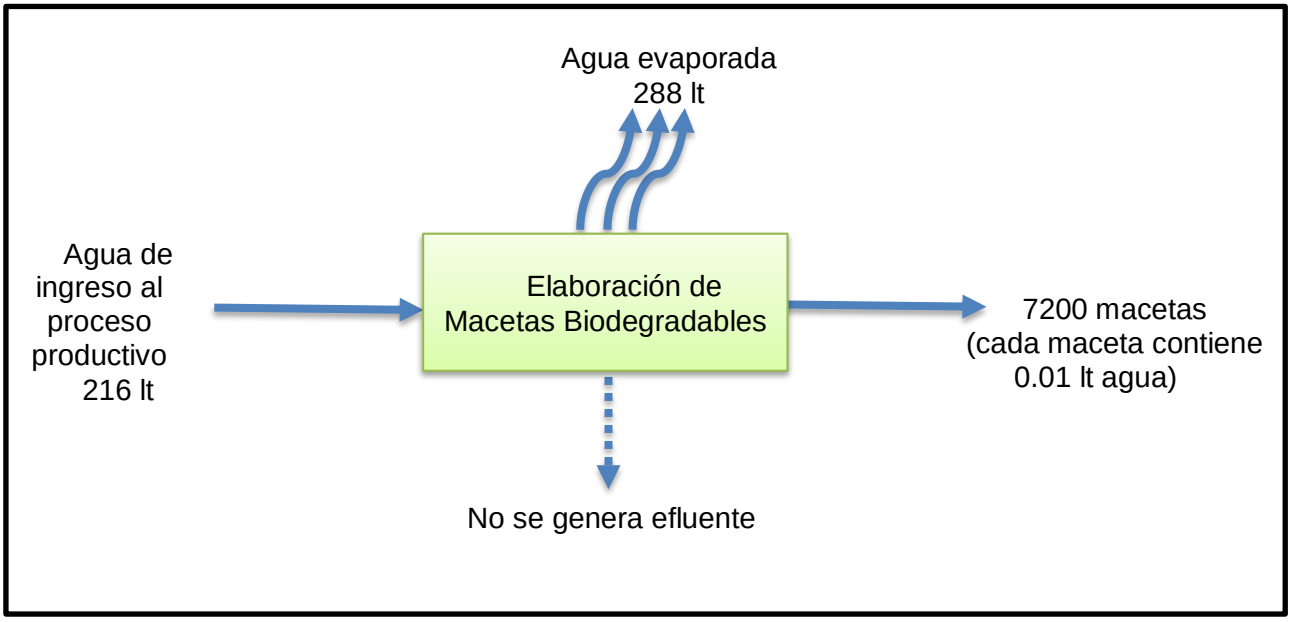


Figura 12. Diagrama de flujo del agua consumida de uso directo durante el Proceso 02 “ELABORACIÓN” en un periodo de un mes.

B) Estimación de la huella Indirecta (insumos):

Proceso 01: Extracción del almidón

Se desarrolló este proceso de extracción con el método seco, con el fin de consumir menos cantidad de agua durante la elaboración de las macetas biodegradables.

La producción mensual, es decir para 7200 macetas biodegradables se requirió de los siguientes pasos y cantidades, se inició con la materia prima (837.2 kg de plátano verde), posteriormente se realizó la limpieza y desinfección en donde se utilizó 40 lt de agua y 869 ml de hipoclorito de sodio, después se separó las cáscaras de la pulpa para cortarlo en trozos de 2-3 cm, a continuación, se requirió de 83,7 lt de ácido cítrico (solución antioxidante).

Se escurrió el contenido hídrico es decir 35 lt de agua, se llevó la estufa en donde perdió un total de 5 lt de agua, se prosiguió a moler y tamizar, luego se mezcló con 60 lt de agua para después decantar y eliminar el exceso de agua restante 42 lt, se pasó por la estufa para secarlo en donde se evaporó 20 lt de agua, finalmente de allí se llevó a pesarlo y empaquetarlo, como se detalla en la figura N°8.

Para determinar la huella hídrica indirecta se tuvo que calcular a través de la ecuación (3) como se puede observar a continuación:

$$HH\ almidón = HHazul + HHgris$$

Ecuación (3)

Huella Hídrica Azul

En el cálculo de esta huella se tuvo en cuenta el agua evaporada y el agua incorporada, de este modo se pretende medir la cantidad de agua disponible consumida en un periodo determinado. En la ecuación N°4, se calculó dicha huella de la siguiente manera:

$$HH\ azul = Agua\ azul\ evaporada + Agua\ azul\ incorporada$$

Ecuación (4)

Huella Hídrica Gris

Esta huella se enfocó en la alta carga contaminante de materia orgánica DBO, generada por el efluente que se obtuvo en la extracción del almidón de

plátano considerado como insumo para la producción de macetas biodegradables, es decir durante el proceso 1.

En la ecuación N°5, se muestra cómo se realizó los cálculos para su determinación:

$$\boldsymbol{HH\ proc, gris = \frac{L}{C_{máx} - C_{nat}} = \frac{Efl * C_{efl} - Extr * C_{real}}{C_{máx} - C_{nat}}}$$ **Ecuación (5)**

Donde:

E_{fl} : Volumen del efluente (volumen/tiempo)

C_{efl} : Concentración de contaminante en el efluente (masa/volumen)

Ext : Volumen de extracción del agua (volumen/tiempo)

C_{real} : Concentración real de del agua extraída (masa/volumen)

$C_{máx}$: Concentración máxima permitida (masa/volumen), en un cuerpo de agua es tomada según los Estándares de Calidad de Agua (ECA)

C_{nat} : Concentración natural en la masa de agua receptora (masa/volumen)

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA

Para poder realizar dicho cálculo, fue necesario tomar en cuenta la normativa DS N°014-2017-MINAM los estándares de calidad de agua en la categoría 4 – subcategoría E2 Ríos, estudios actuales de las condiciones en las que se encuentra el río, y las características del efluente generado.

En un estudio de calidad de agua superficial realizado en varios puntos del río Ucayali (García, 2021), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 5. *Resultados del estudio de calidad de agua realizado en el río Ucayali*

Puntos de Muestreo	Punto 1	Punto 2
Potencial de hidrógeno	7.8	7.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno	<7	<7
Aceites y Grasas	<0.4	<0.4

Fuente: Estudio de calidad de agua Terminal

Datos que se consideraron en la concentración natural y real del cuerpo receptor del río Ucayali para llevar a cabo el cálculo de la Huella Hídrica Gris.

En la Tabla N°6, se detalla las características del agua residual que se obtuvo posterior a la extracción del almidón:

Tabla 6. *Caracterización promedio del efluente generado en el proceso de extracción del almidón*

Variable	**Rango de Valores**
Temperatura, °C	19 - 22
pH, unidades	3,2 - 5,5
DQO, mg.	3.190 – 5.950
DBO, mg.	3.000 – 4.700
Sólidos totales, mg/litro	2.680 – 5.740

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Fase 3: Evaluación de la Sostenibilidad

En lo elemental, el análisis de la sostenibilidad de la huella hídrica consistió en realizar una comparación entre la huella hídrica humana y lo que la Tierra puede soportar de forma sostenible, sin embargo, al ingresar en este tema, existen muchas

interrogantes que uno se puede plantear y además de ello existe un alto grado de complejidad.

Según la Water Footprint Network (2011), desde el punto de vista para determinar si la huella hídrica de un producto es sostenible, va a depender de la sostenibilidad de las huellas hídricas de los procesos que son parte del sistema de producción del producto. La sostenibilidad de la huella hídrica de un producto depende en parte de los contextos geográficos en donde se localizan los diferentes componentes de sus huellas hídricas.

Identificación de un Punto Crítico:

Al referirnos a un punto crítico ambiental es cuando la escasez de agua azul o la contaminación del agua sobrepasa el 100%. (Hoekstra, Chapagain, Martinez Aldaya, & Mekonnen, 2011)

La huella hídrica azul en un periodo determinado y en una zona de captación determinada genera un punto crítico cuando excede la disponibilidad de agua azul.

Una huella gris en un periodo específico en una zona de captación específica genera un punto crítico cuando se violan las normas de calidad ambiental en ese periodo y en esa zona de captación, es decir cuando se consume por completo la capacidad de asimilación de las cargas contaminantes. (Hoekstra, Chapagain, Martinez Aldaya, & Mekonnen, 2011)

La sostenibilidad de la huella hídrica del producto puede evaluarse en base en a dos criterios:

1. **Contexto Geográfico**

La huella hídrica de un proceso es insostenible cuando el proceso se encuentra en un punto crítico; es decir en una zona de captación y en un periodo del año donde la huella hídrica total es insostenible.

2. **Características del proceso en sí**

La huella hídrica de un proceso es insostenible en sí misma cuando esta se pueda reducir o evitar a través de una mejor tecnología requiriendo un coste social admisible. Es necesario llevar a cabo este procedimiento de manera individual, es decir aplicar los dos criterios mencionados anteriormente para cada componente verde, azul y gris de la huella hídrica del producto.

Para realizar el análisis de la sostenibilidad fue necesario realizar una ficha de evaluación para verificar la sostenibilidad desde la zona de captación y del proceso en sí, como se muestra en la Tabla N°7.

En dicha tabla, en el criterio geográfico se menciona si las zonas de captación se encuentran localizadas en un punto crítico, para determinar ello se consideró si:

a) Reduce del caudal mínimo ecológico

b) Reduce la disponibilidad del recurso para otras personas

c) En algunas estaciones como verano se reduce la disponibilidad del recurso

En el criterio del proceso en sí, se consideró si a los procesos se pueden implementar medidas de minimización, que según el Manual de Evaluación de la Huella Hídrica (Water Footprint Network, 2011) se menciona que si la huella hídrica del producto, es decir de los procesos que forman parte de la cadena de producción, se pueden reducir o evitar, son considerados insostenibles.

Tabla 7. Ficha de Evaluación para determinarlas sostenibilidad

FICHA DE EVALUACIÓN							**RESULTADO**
COMPONENTE	**ZONA DE CAPTACIÓN**	**CRITERIO GEOGRÁFICO**		**CRITERIO DEL PROCESO EN SI**			
		Existe un control del consumo del recurso hídrico (es decir cuenta con un medidor)	Se encuentra localizado en un punto crítico	Genera efluentes	Es posible implementar el uso eficiente a través de medidas de minimización	Afecta la calidad ambiental donde se vierte el efluente	¿Es un componente sostenible?
PROCESO N°1	Agua de pozo	**X**	✓	✓	✓	✓	NO
	Agua de Emapacop sa	✓	**X**	✓	✓	✓	NO
PROCESO N°2	Agua de pozo	**X**	✓	**X**	**X**	**X**	SI
	Agua de Emapacop sa	✓	**X**	**X**	**X**	**X**	SI

A continuación, se muestran las tablas de evaluación de la sostenibilidad de las huellas hídrica (azul y gris) de las macetas biodegradables.

A. Huella Hídrica Azul

Tabla 8. *Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica azul de las macetas biodegradables*

Datos derivados del cálculo de la huella hídrica del producto			**Verificar la sostenibilidad de la huella hídrica total en la zona de captación donde tiene lugar el proceso**	**Verifica la sostenibilidad de la huella hídrica del proceso en sí**	**Conclusión**		**Verificar la relevancia desde la perspectiva del producto**	**Verificar si se necesita intervención**
Etapa del proceso	**Zona de captación en la que tiene lugar el proceso**	**Huella hídrica (litros por producción)**	**¿Es la zona de captación un punto crítico?**	**¿Puede reducirse o evitarse la huella hídrica?**	**¿Se trata de un componente sostenible en la huella hídrica del producto?**	**Fracción de la huella hídrica del producto que no es sostenible**	**Porcentaje por encima del límite del 1%**	**¿Se trata de un componente prioritario?**
1	A	80	SI	SI	NO	16.5%	SI	SI
	B	45	NO	SI	NO	9.3%	SI	SI
2	A	160	SI	NO	SI		NO	SI
	B	200	NO	NO	SI		NO	SI
Total		485				25.8%		

LEYENDA	
Etapas de procesos:	
Proceso 01: Extracción del Almidón	
Proceso 02. Elaboración de las macetas	
Zona de captación	
A	Pozo de la UNU
B	Emapacop S.A.

B. Huella Hídrica Gris

Tabla 9. *Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica gris de las macetas biodegradables*

Datos derivados del cálculo de la huella hídrica del producto			Verificar la sostenibilidad de la huella hídrica total en la zona de captación donde tiene lugar el proceso	Verifica la sostenibilidad de la huella hídrica del proceso en sí	Conclusión		Verificar la relevancia desde la perspectiva del producto	Verificar si se necesita intervención
Etapa del proceso	**Zona de capación en la que tiene lugar el proceso**	**Huella hídrica (m3 por unidad de producto final)**	**¿Es la zona de captación un punto crítico?**	**¿Puede reducirse o evitarse la huella hídrica?**	**¿Se trata de un componente sostenible en la huella hídrica del producto?**	**Fracción de la huella hídrica del producto que no es sostenible**	**Porcentaje por encima del límite del 1%**	**¿Se trata de un componente prioritario?**
1	A	13 500	SI	SI	NO	24%	SI	SI
	B	42 600	NO	SI	NO		NO	SI
Total		56 100				24%		

LEYENDA	
Etapas de procesos:	
Proceso 01: Extracción del Almidón	
Proceso 02. Preparación de macetas	
Zona de captación	
A	Pozo de la UNU
B	Emapacop S.A.

Fase 4: Formulación de Respuesta a la Huella Hídrica

Tabla 10. *Medidas de minimización de la huella hídrica de las macetas biodegradables*

Ítem	Actividades
HH Azul	-Reutilizar el agua como es en el caso de la limpieza y desinfección. -Reducir el consumo del agua implementando accesorios de ahorro de agua, como ejemplo: grifos, mangueras con aspersor o tanques de almacenamiento. -Sensibilizar y capacitar a los trabajadores en temas del adecuado uso del recurso hídrico
HH Gris	-Realizar el tratamiento biológico para las aguas residuales, como la depuración biológica anaerobia. - Reúso de efluentes de acuerdo a sus características.

3.4.2. II Etapa: Determinación del Costo

La determinación del costo de las macetas biodegradables se realizó como a un producto de fabricación, ya que pertenece a un proyecto direccionado a ser un producto sustituto a las bolsas de almácigo en entidades públicas y privadas dedicadas a la reforestación y que cuentan con viveros.

Como se hace mención en el segundo objetivo de la investigación, se determinó el costo unitario de las macetas biodegradables, para tener una amplia visión y comparar con los datos resultantes del cálculo de la huella hídrica.

Para determinar el costo unitario se tuvo que tener presente los conceptos relacionados al coso total de fabricación, en la Figura N°13 se muestra la información organizada con respecto al costo.

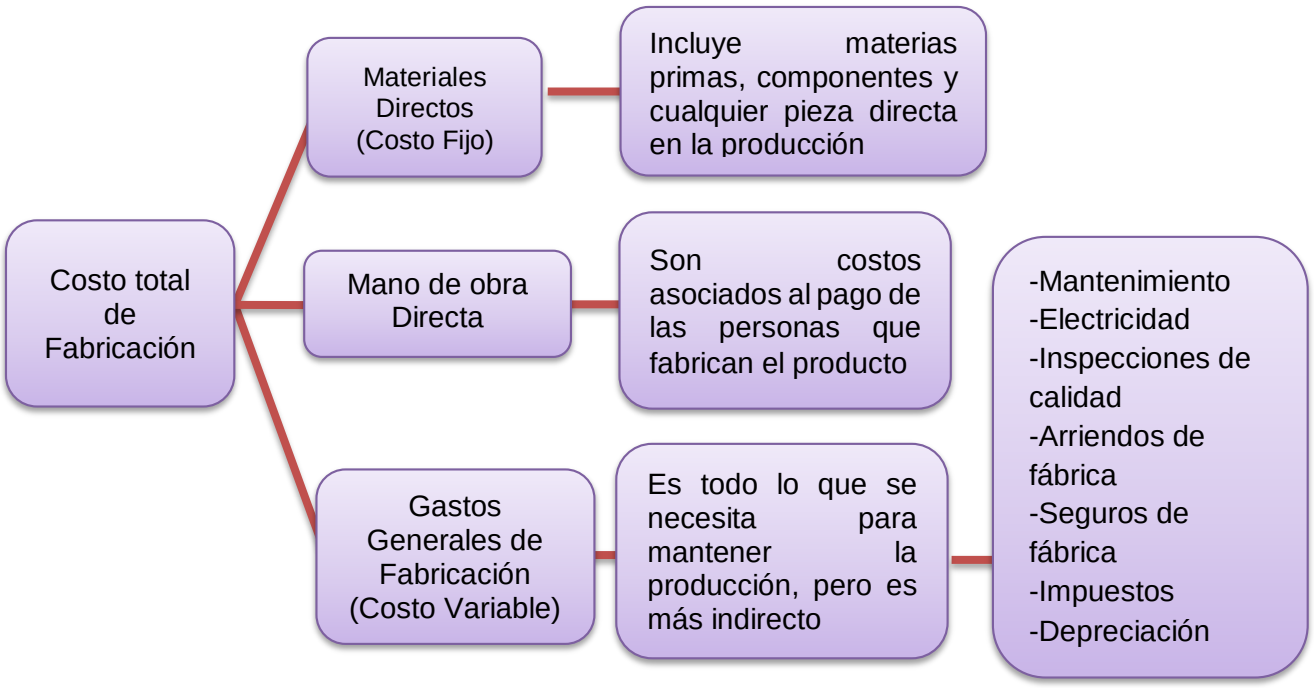


Figura 13. Organigrama del Costo Total de Fabricación

Fuente: (Kemp, 2021)

Se tomó el Estudio de Mercado realizado por el Proyecto “Aprovechamiento de los Residuos Sólidos de la Industria de Aceite de Palma para la Fabricación de Envases Biodegradables para uso Ornamental y Agroforestal”, para tener en cuenta la opinión de los usuarios a los que va dirigido estas macetas biodegradables.

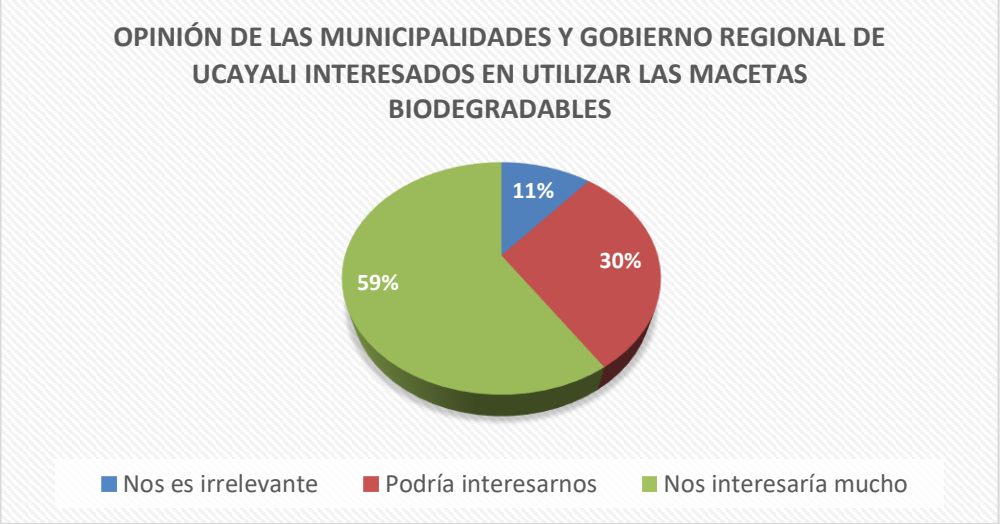


Figura 14. Resultado del Estudio de Mercado realizado a municipalidades y el Gobierno Regional de Ucayali respecto al interés de utilizar las macetas biodegradables.

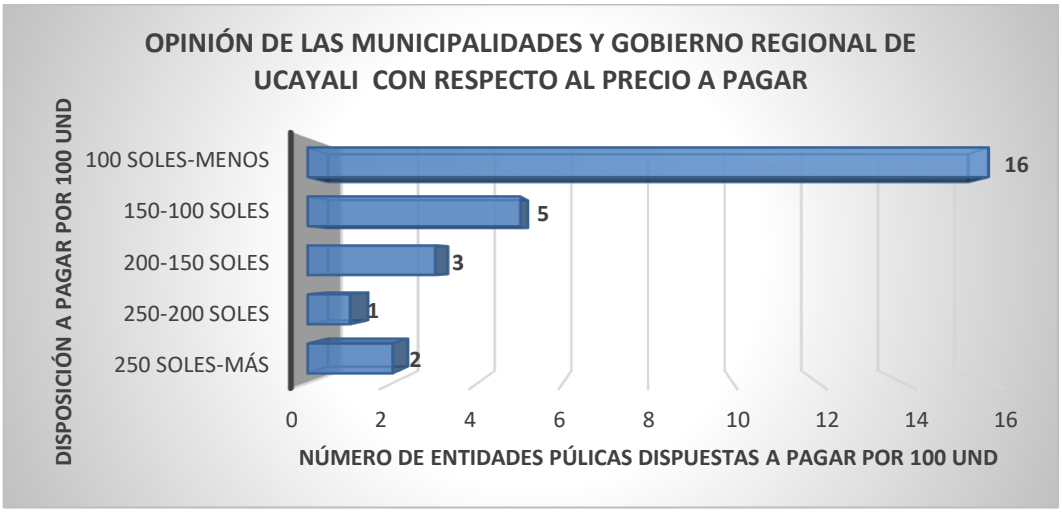


Figura 15. Resultado de la encuesta a municipalidades y el Gobierno Regional de Ucayali respecto al precio a pagar por 100 macetas biodegradables.

A continuación, se describe las fórmulas y los datos que se llevaron a cabo para costear los procesos, para posteriormente determinar el costo unitario de las macetas biodegradables.

Se debe tener presente que, al establecer los costos de producción, se asentó dichos datos a base de la producción de 7200 unidades de macetas biodegradables elaboradas durante el periodo de un mes.

A) **Costo Total**

Según (Kemp, 2021), para determinar el costo total se debe considerar la siguiente ecuación:

Ecuación (6)

$$\boldsymbol{CT = MO + CF + CV}$$

Donde:
CT: Costo total de fabricación
MO: Mano de obra Directa
CF: Costo Fijo (Materiales Directos)
CV: Costo Variable (Gastos Generales de Fabricación)

B) **Mano de obra Directa**

En la tabla N°11, se detalla la mano de obra directa que se obtuvo al realizar la elaboración de las macetas biodegradables.

Tabla 11. *Datos generales de costo total para la producción de las macetas biodegradables durante el periodo mensual.*

Ítem	Descripción	Total	
1	POTENCIAL HUMANO	S/.	800.00
	TOTAL	S/.	800.00

C) **Costos Directos**

También llamados como costos fijos, estos fueron aquellos costos que, durante cada mes, o cada ciclo de producción fueron proporcionales a la producción como es el caso de la materia prima.

Tabla 12. *Costos Directos en la elaboración de las macetas biodegradables durante un periodo mensual*

Ítem	Descripción	Total	
1	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	S/.	48.00
2	INSUMOS	S/.	92.00
	TOTAL	S/.	140.00

D) **Costos Indirectos**

Estos costos Indirectos o también conocido como variables que se dieron de manera mensualmente, estos costos son independientes es decir no fueron indispensables para la producción. Por ello solo se consideraron los campos útiles - materiales de oficina y los recursos financieros.

Tabla 13. *Costos Indirectos en la elaboración de las macetas biodegradables*

Ítem	Descripción	Total	
1	ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA	S/.	141.00
2	RECURSOS FINANCIEROS	S/.	702.00
	TOTAL	S/.	843.00

E) **Costo Unitario**

Se obtuvo al estimar el costo de producción con la cantidad de macetas biodegradables elaboradas, como se puede observar a continuación:

Ecuación (7)

$$\boldsymbol{Costo\ Unitario} = \frac{\boldsymbol{CT}}{\boldsymbol{CP}}$$

Donde:

CT : Costo Total de Fabricación

CP : Cantidad Producida

3.5. TRATAMIENTO DE DATOS

3.5.1. Análisis de la Huella Hídrica

Se hizo uso de los pasos recomendados por la Water Footprint Network y la base de datos que maneja para poder determinar la huella hídrica y la sostenibilidad de la maceta biodegradable. Se mostró dicho resumen en un diagrama de flujos y tablas en donde se presentaron los resultados. Además, se realizaron aportes y mejoras para el proceso de elaboración minimizar su impacto.

3.5.2. Estimación del Precio

Se utilizó el programa Microsoft Excel para cuantificar las macetas biodegradables producidas y esa forma determinar el costo unitario y al mismo tiempo obtener deforma económica los resultados de la huella hídrica de las macetas biodegradables.

Con ello se presentó los resultados y se realizó las comparaciones con respecto a dicha información.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Huella Hídrica del producto

Tabla 14. *Cuantificación de la huella hídrica de las macetas biodegradables*

Huella Hídrica Directa (Proceso)		**Huella hídrica Indirecta (Insumos)**	
HH Azul	**HH Gris**	**HH Azul**	**HH Gris**
360 lt	0	125 lt	56 100 lt
Total = 360 lt		Total = 56 225 lt	

Tabla 15. *Resultados de la huella hídrica por producción durante el periodo de un mes*

Cantidad Macetas Biodegradables	**Huella Hídrica**
7200 und	56 585 litros
1und	7,8 litros

De acuerdo a la información recopilada en diferentes fuentes, se encontró muy poca información acerca de la huella hídrica de las bolsas plásticas de almácigo, a excepción de algunas fuentes donde se menciona a grandes rasgos la cantidad de agua necesaria para producirlos.

Según una publicación realizada por la página (Let´s talk plastics, 2021) “se necesitan 220 litros de agua para producir 1000 bolsas de plástico”, donde comparando con las macetas estas últimas tendrían un consumo mayor de agua.

Pero según Xabier García Casas graduado en Ingeniería de Materiales y en Física, en la revista Estudios.es señala que “No hay un criterio científico y aprobado

legalmente para evaluar objetivamente el impacto sobre el entorno del plástico" (Casas, 2021), además no se consideran otros daños por ello hace mención en la misma entrevista un ambientólogo "como si la extracción del petróleo no implicase la contaminación de agua".

Además, en la determinación de la huella hídrica es totalmente visible que las macetas biodegradables tendrán en su última etapa de su ciclo de vida el formar parte orgánica del suelo, a comparación de las bolsas plásticas que no se ha valorado el impacto a futuro en el ambiente.

Tabla 16. *Resultado de la sostenibilidad de las macetas biodegradable*

Huella Hídrica	Porcentaje no sostenibilidad
Azul	25.8%
Gris	24%
HH del Producto insostenible	49.8%

Al calcular la insostenibilidad de las macetas biodegradables se obtuvo un 49.8%, en donde lo conforma la HH Azul con un 25.8%, este dato se generó durante el proceso N°1 Extracción de almidón, en donde la zona "A" de agua consumida de pozo fue de 16.5% mayor a la zona "B" de agua consumida de Emapacop SA que fue solo un 9.3%.

Situación que se considera mayor insostenible en la zona "A", donde gran parte del agua consumida en las actividades de producción fueron provistas de pozos subterráneos pertenecientes a la universidad, infringiendo en el nivel del caudal del mismo.

La HH Gris fue un 24% de insostenibilidad, este resultado se debe a que el efluente generado fue durante el proceso N°1 Extracción de almidón, donde la zona de captación “A” el efluente generado no pasa por ningún tipo de tratamiento, sino que es vertido a cuerpos de agua como el río Ucayali. Información que se cercioró por la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Coronel Portillo EMAPACOP SA.

Por ello, parte del estudio de la huella hídrica se propone medidas sostenibles de minimización como se muestra en la tabla 10, como opciones accesibles para reducir la huella hídrica. Al ser el agua un bien público no se debe eludir la responsabilidad de asegurar una producción sostenible de las macetas biodegradables, reduciendo su huella hídrica y mitigando sus impactos.

La evaluación del resultado de la sostenibilidad fue útil para identificar los puntos más críticos según (Hoekstra, Chapagain, Martinez Aldaya, & Mekonnen, 2011) , además se propone con este resultado llevar a cabo un análisis de ciclo de vida (ACV) para ya que el objetivo de los estudios de ACV es evaluar los impactos ambientales de un producto determinado.

El criterio de la sostenibilidad se podría considerar como un punto subjetivo, por ello es una de las limitaciones de la metodología ya que al ser nueva aún, tiene puntos que especificar y mejorar.

Por otra parte, las empresas privadas y entidades estatales dedicadas a la reforestación o que cuentan con viveros, están comprometidos y obligados a la responsabilidad social es decir a promover y llevar a cabo acciones que preserven el

ambiente y la salud de las personas, a ello se suma la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la cual está suscrita nuestra nación, donde se hace mención el ODS N°6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, generando mayor importancia a la huella hídrica como una herramienta de valor para la gestión sustentable del agua dulce.

4.2. Precio del Producto

El análisis e interpretación de los resultados se llevó a cabo con gráficos cuantitativos y tablas en donde se muestre los resultados obtenidos en el presente estudio.

En la tabla 17, se detalla la producción mensual de las macetas biodegradables.

Tabla 17. *Cantidad de macetas biodegradables elaboradas durante un periodo de tiempo*

UNIDADES	PERIODO
7 200	1 mes
86 400	1 año

En la tabla 18 se determinó el costo unitario por maceta biodegradable según el costo de producción y la cantidad de macetas producidas durante un plazo de un mes, también se propone un precio de mercado, considerando una ganancia del 20%.

Tabla 18. *Determinación del Costo Unitario y del Precio propuesto por maceta biodegradable*

MONTO S/.	DESCRIPCIÓN
0.2	Costo Unitario
0.3	Precio Unitario

Estos valores, comparando con el precio de mercado de las bolsas de almácigo, información obtenida de por parte de los usuarios encuestados, se encontró que las bolsas plásticas de almácigo con similares dimensiones de las macetas biodegradables su costo es de:

Tabla 19. *Precio de mercado de las bolsas para almácigo*

MONTO S/.	DESCRIPCIÓN
0.04	Precio Unitario
40	Precio por millar

Fuente: Estudio de Mercado del Proyecto "Aprovechamiento de los Residuos Sólidos de la Industria de Aceite de Palma para la Fabricación de Envases Biodegradables para uso Ornamental y Agroforestal" - UNU

De acuerdo a la información brindada en la encuesta realizada por el proyecto "Aprovechamiento de los Residuos Sólidos de la Industria de Aceite de Palma para la Fabricación de Envases Biodegradables para uso Ornamental y Agroforestal" - UNU se comparó los precios en las tablas N°18 y N°19, en donde se observa que el precio de una maceta biodegradable es de s/.0.3 soles, mientras que en el mercado el precio por bolsa de almácigo es de s/.0.04 soles.

Por consiguiente, se identificó los beneficios ambientales y sociales que generan ambos productos, siendo favorable y beneficioso en el aspecto ambiental las macetas biodegradables, que a pesar de tener un costo unitario elevado los beneficios ambientales serían mayores a comparación con las bolsas de almácigo. Además, investigaciones realizadas por (Narang & Trivedi, 2017) se menciona la importancia del conocimiento medioambiental en los productos verdes, causando efectos

significativos y positivos directamente sobre la intención de desear comprar productos ecológicos o biodegradables.

Finalmente, los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, se fundamentan en normativas nacionales que dan soporte y respaldo a este estudio, algunas de estas normas son la ley N°30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, encontrándose incluido allí las bolsas de almácigo, y también el D.S N°004-2017-MINAM Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones complementarias.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1. Conclusiones

- La huella hídrica por una unidad de maceta biodegradable fue de 7.8 litros.
- La HH directa fue de 360 litros/producción, a comparación de la HH indirecta que fue mayor con 56 225 litros/producción esto se debe a que la extracción del almidón de plátano por el método húmedo fue el proceso que más requirió de agua.
- La HH indirecta se obtuvo de la extracción por el método húmedo del almidón de plátano, ya que fue un insumo adicional para la elaboración de las macetas, este método se realizó con el fin de obtener mayor almidón por el alto rendimiento que tiene esta metodología.
- El porcentaje de insostenibilidad de la huella hídrica de las macetas biodegradables fue de 49.8%, esto se debe a que gran parte del uso del recurso

hídrico es captado directamente por pozos subterráneos pertenecientes a la universidad y por la falta de tratamiento de los efluentes antes de ser vertido.

- El costo unitario que se obtuvo por maceta biodegradable fue de 0.2 céntimos, es decir es más costoso que por bolsa de almácigo como se observa en las tablas N°18 y N°19.
- A pesar de ser la diferencia de costos y precios entre las bolsas de almácigo y las macetas biodegradables, el valor y aporte ambiental de este último es definitivamente superior por los beneficios ambientales que posee.
- Al determinar el costo unitario de las macetas biodegradables, nos llevó a analizar y comparar los costos de los daños ambientales entre estas y las bolsas de almácigo, identificando que las bolsas de almácigo son una opción más accesible por el precio pero que genera mayores daños ambientales a largo plazo.

1.2. Recomendaciones

- El estudio de la huella hídrica es un tema nuevo a nivel mundial, por lo cual fue difícil conseguir fuentes de información confiable, por ello se recurrió a información fidedigna recopilada durante cada proceso de elaboración de las macetas biodegradables, por ello se recomienda contar con los datos directos de acuerdo al objeto al cual se desea estimare la huella hídrica.
- Al cuantificar la huella hídrica gris de los insumos, es decir durante la extracción del almidón se observó que se consumió grandes cantidades de agua y se generó efluentes con elevada carga orgánica, por ello se recomienda el

tratamiento de aguas residuales como los procesos de depuración biológica anaerobia, que tienen como ventaja un tratamiento adecuado del efluente antes de ser vertido a un cuerpo de agua o ser reutilizado para otras actividades.

- Fue importante fundamentar la metodología con otros estudios realizados en el análisis de la huella hídrica y complementar algunos puntos no detallados en la guía, sobre todo tener primero en consideración si el objeto a estudiar cuenta con investigaciones de huella hídrica realizado anteriormente a nivel nacional e internacional, de tal modo que tus resultados podrán ser avalados y comparados con las fuentes recopiladas.
- Se debe considerar que el agua al ser un recurso abundante en la Amazonía Peruana, en la actualidad hay un desinterés y desinformación de su cuidado por las actividades productivas, por ello se recomienda que se promueva el estudio de la huella hídrica en actividades productivas en la región Ucayali.
- Al determinar la sostenibilidad de las macetas biodegradables, se verificó que dicho punto es subjetivo siendo esta situación una limitación para poder tener resultados precisos y exactos en este punto del estudio de la huella hídrica.
- En la determinación del costo unitario por maceta biodegradables, se recomienda hacer un estudio de mercado en donde se detalle el precio de venta con un horizonte en donde un especialista en esta área pueda realizar un análisis de la sostenibilidad económica de las macetas biodegradables.

VI. BIBLIOGRAFIA

Alvarado Campoverde, P., & Calle Jiménez, M. (2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTOS POR ORDENES DE PRODUCCION PARA EL "TALLER ARTESANAL ARTEMA".* Cuenca.

Arreguín Cortés, F., López Pérez, M., Tejeda González, C., & Marengo Mogollón, H. (2007). Agua virtual en México. En *Ingeniería hidráulica en México* (Vol. XXII, págs. 121-132). México.

Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2015). *Huella hídrica del Perú. Sector Agropecuario.* Lima.

Casas, X. G. (03 de Julio de 2021). Bolsas de plástico, de papel y de algodón: ¿cuáles tienen menos impacto ambiental? (A. Vizcaíno, Entrevistador)

Chipman, K. (07 de Diciembre de 2020). *El Financiero.* Obtenido de El Financiero: https://www.elfinanciero.com.mx/mercados/llego-el-dia-por-miedo-a-la-escasez-el-agua-ya-cotiza-en-wall-street

Corredor Camargo, E. S., Castro Escobar, E. S., & Páez Barón, E. M. (2017). *Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá.* Boyacá: Revista Ciencia y Agricultura. doi:http://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7144

Delgado Lara, O., Samillán Sara, R., Cobeñas Bernal, H., & Corcuera Salcedo, C. (2019). *ENVASES BIODEGRADABLES EN BASE A CASCARILLA DE ARROZ.* Lima.

Fabiola Amparo Pacheco Bautista. (2019). *Módulo Costos de Producción .* ISBN: 978-958-5471-26-9. Obtenido de http://hdl.handle.net/11634/18470

FAO. (2015). *Perfil de País - Perú.* Roma: AQUASTAT.

Geyer, R., Lavender Law, K., & Jambeck, J. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *ScienceAdvances*.

Hernández, F., Morales, Y., Marín, L. F., Pasqualino, J., & Lambis Miranda, H. A. (Septiembre de 2015). Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano. *XXVIII Congreso Colombiano de Ingeniería Química*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303541238

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A., Martinez Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *Manual de Evaluación de la Huella Hídrica. Establecimiento del Estándar Mundial.* Madrid: AENOR Internacional.

Let´s talk plastics. (Julio de 2021). Obtenido de Let´s talk plastics: http://www.letstalkplastics.com/es/facts/hablemos-en-serio-sobre-los-plasticos

Mazzeo Meneses, M., León Agatón, L., Mejía Gutiérrez, L. F., Guerrero Mendieta, L. E., & Botero López, J. D. (Junio de 2010). APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE RESIDUOS DE COSECHA Y POSCOSECHA DEL PLÁTANO EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS. *Educación en Ingeniería*(9), 128-139.

Cavero. (2021) Estudio de calidad de agua superficial realizados en el río Ucayali.

MINAGRI. (2016). Obtenido de http/www.congreso.gob.pe/Docs/Comisiones2016/Agraria/files/sesionextraordinaria

Narang, D., & Trivedi, P. (2017). Impact of Key Factors on Green Purchase Behaviour of Indian Consumers. *Pacific Business Review Internationa*.

Peñaloza Sánchez, A. M., Bustamante González, Á., Vargas López, S., & Quevedo Nolasco, A. (2020). *Huella hídrica de los cultivos de cebolla (Alliun cepa L.) y tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) en la región de Atlixco, Puebla, México.* Puebla. doi: 10.24850/j-tyca-2020-05-01

Rendón, E. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, 34-47.

Vallejo, A., & Asunción, M. (2004). *Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo.*

VII. ANEXOS

Anexo 1: Tablas de datos para la elaboración de las macetas biodegradables

Tabla 20. *Tabla de cantidades de insumos en la elaboración de las macetas biodegradables*

FIBRA (gr)	ALMIDON (gr)	AGUA (ml)	DOLOMITA (gr)	R.F (gr)	T°	CANTIDAD	PERIODO
36	3.6	10.8	1.8	1.8	100	360	diario
720	72	216	36	36	100	7200	mensual

Tabla 21. *Tabla de cantidades de insumos en la extracción de almidón*

Materia Prima Plátano kg	Agua (litros)	Cloruro de sodio ml	Ácido Cítrico (litros)	Número de maceteros	Periodo
41.9	16	43	4.19	360	Diario
837.2	100.0	869	83.721	7200	Mensual

Anexo 2: Tablas de Producción

1. Presupuesto mensual

Tabla 22. *Se muestra el presupuesto mensual durante la producción de las macetas biodegradables*

Ítem	Descripción		Costo
1	Potencial Humano	S/	800.00
2	Útiles Y Materiales De Oficina	S/	141.00
3	Herramientas Y Equipos	S/.	48.00
4	Recursos Financieros	S/	702.00
5	Insumos	S/	92.00
Costo total		S/	1'783.00
Gastos Generales	**5%**	S/	89.15
	TOTAL	S/	1'872.15

2. Presupuesto Anual

Tabla 23. *Se muestra el presupuesto anual durante la producción de las macetas biodegradables.*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	**POTENCIAL HUMANO**				**S/ 800.00**
2	Trabajador	Mensual	1	S/ 800.00	S/ 800.00
3	**RECURSOS MATERIALES**				
4	**ÚTILES Y MATERIALES DE OFICINA**				**S/ 141.00**
5	Papel Bond	Millar	1	S/. 30.00	S/ 30.00
6	Lápices	Docena	1	S/. 12.00	S/ 12.00
7	Lapiceros	Docena	1	S/. 25.00	S/ 25.00
8	Tableros de Campo	Unidad	2	S/. 10.00	S/ 20.00
9	Libretas de Campo	Unidad	2	S/. 5.00	S/ 10.00
10	Plumones Indelebles	Unidad	4	S/. 5.00	S/ 20.00
11	Cinta de Embalaje	Unidad	2	S/. 8.00	S/ 16.00
13	Resaltador	Unidad	2	S/. 4.00	S/ 8.00
14	**HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**				**S/ 9'823.00**
15	Trituradora, molino y pulverizadora	Depreciación (10años)		S/.15'000.00	S/ 1'500.00
16	Horno de secado	Depreciación (5años)		S/.16'000.00	S/ 3'200.00
17	Batidora amasadora y licuadora Industrial	Depreciación (6años)		S/.12'000.00	S/ 2'000.00
18	Moldes	Depreciación (8años)		S/. 3'000.00	S/ 375.00
19	Balanza Analítica	Depreciación (5años)		S/. 8'500.00	S/ 1'700.00
20	Prensa Hidráulica con moldeadora	Depreciación (5años)		S/. 5'000.00	S/ 1'000.00
21	Baldes	Unidad	4	S/. 12.00	S/ 48.00
22	**RECURSOS FINANCIEROS**				**S/ 702.00**
23	Movilidad	Unidad	2	S/. 300.00	S/ 600.00
24	Combustible	Semanal	4	S/. 15.00	S/ 60.00
25	Agua	Mensual	1	S/. 17.00	S/ 17.00
26	Energía eléctrica	Mensual	1	S/. 25.00	S/ 25.00
27	**INSUMOS**				**S/ 92.00**
28	Almidón de Plátano	Saco	1	S/. 15.00	S/ 15.00
29	Dolomita	Saco	1	S/. 37.00	S/ 37.00
30	Roca fosfórica	Saco	1	S/. 45.00	S/ 40.00
Costo total					S/ 12'228.00
Gastos Generales				**5%**	S/ 611.40
	TOTAL				**S/ 12'839.40**

3. Tabla del tiempo de elaboración

En la tabla 17, se detalla el tiempo necesario para la elaboración por una unidad de maceta biodegradable.

Tabla 24. *Cantidad de tiempo invertido durante cada etapa de producción para la elaboración de una maceta biodegradable*

ETAPAS	tiempo (seg)
Trituración	25
Preparación	30
Prensa	15
Enfriar y sacar	10
TOTAL	80

Anexo 3: Cálculos de la Huella Hídrica

1. Cálculo de la huella hídrica por producción

Se realizó la ecuación (1)

$$\boldsymbol{HH_{prod}[p]} = \frac{\sum_{s=1}^{k} \boldsymbol{HH_{proc}[s]}}{\boldsymbol{P_{[p]}}} \quad [\frac{\boldsymbol{volumen}}{\boldsymbol{masa}}]$$

$$HH_{prod}[p] = \frac{56\,585}{7200} = 7.8\ litros/1und$$

2. Cálculo de la huella hídrica por producto

Para determinar la huella hídrica del producto se realizó la ecuación (2):

$$\boldsymbol{HH\ producto} = \boldsymbol{HHdirecta}\ (\boldsymbol{proceso}) + \boldsymbol{HHindirecta}\ (\boldsymbol{insumos})$$

$$HH\ producto = 360 + 56\,225 = 56\,585\ l$$

Para determinar la huella hídrica directa se realizó la ecuación (3)

$$\boxed{\boldsymbol{H\ proceso = HHazul + HHgris}}$$

$$\boldsymbol{H}\ proceso = 360\ l + 0 = 360\ l$$

Para determinar la huella hídrica azul se realizó la ecuación (4):

$$\boldsymbol{HH\ azul = Agua\ azul\ evaporada + Agua\ azul\ incorporada}$$

$$HH\ azul = 288\ l + 72\ l = 360\ l$$

Para determinar la huella hídrica gris se realizó la ecuación (5), donde se obtuvo como resultado 0, esto se debe a que durante el Proceso 02 no se generó ningún tipo de efluente, como se observa a continuación:

$$\boldsymbol{HH\ proc, gris = \frac{L}{C_{máx} - C_{nat}} = \frac{Efl * C_{efl} - Extr * C_{real}}{C_{máx} - C_{nat}}}$$

$$HH\ proc, gris = 0$$

Para determinar la huella hídrica indirecta, es decir del almidón se realizó la ecuación (3):

$$\boxed{\boldsymbol{HH\ almidón = HHazul + HHgris}}$$

$$HH\ almidón = 125 + 56\ 100 = 56\ 225\ l$$

Para determinar la huella hídrica azul durante la extracción del almidón se realizó la ecuación (4):

$$\boldsymbol{HH\ azul = Agua\ azul\ evaporada + Agua\ azul\ incorporada}$$

$$HH\ azul = (5 + 20) + (40 + 60) = 125\ l$$

Para determinar la huella gris durante la extracción del almidón se realizó la ecuación (5)

$$\boldsymbol{HH\ proc, gris = \frac{L}{C_{máx} - C_{nat}}}$$

$$\boldsymbol{HH\ proc, gris = \frac{Efl * C_{efl} - Extr * C_{real}}{C_{máx} - C_{nat}}}$$

Donde:

L : Carga de contaminante (masa/tiempo)

E_{fl} : Volumen del efluente (volumen/tiempo)

C_{efl} : Concentración de contaminante en el efluente (masa/volumen)

Ext : Volumen de extracción del agua (volumen/tiempo)

C_{real} : Concentración real del agua extraída (masa/volumen)

$C_{máx}$: Concentración máxima permitida (masa/volumen), en un cuerpo de agua es tomada según los Estándares de Calidad de Agua (ECA)

C_{nat} : Concentración natural en la masa de agua receptora (masa/volumen)

$$HH\ proc, gris = \frac{\left(75\frac{l}{mes} * 3000\frac{mg}{L}\right) - (100\frac{L}{mes} * 6\frac{mg}{L})}{10 - 6\ mg/l} = \frac{225\ 000 - 600\ mg/mes}{4\ mg/l}$$

$$= 56\ 100\ l/mes$$

Anexo 4: Cálculos del Costo unitario

Para determinar el costo total se realizó la suma entre los costos fijos y costos variables, durante el periodo de un mes y a ello se agregó el 5% de gastos generales como se observa en la Ecuación (6):

$$\boldsymbol{CT = MO + CF + CV}\textbf{+ 5\%CT}$$

$$CT = 800 + 140.00 + 843.00 + 89.15 = 1872.15\ soles$$

En la ecuación (7), se determinó el costo unitario por maceta biodegradable, a continuación, se detalla dicho cálculo:

$$\boldsymbol{Costo\ Unitario = \frac{CT}{CP}}$$

$$Costo\ Unitario = \frac{1872.15}{7200} = 0.2\ céntimos$$

En el caso se desee agregar el margen comercial o la ganancia del 20%, el precio sería:

$$Precio\ Unitario = \frac{CT}{CP} * 20\% + \frac{CT}{CP}$$

$$Precio\ Unitario = \ 0.3\ céntimos$$

Anexo 5: Panel Fotográfico



Figura 16. Adquisición de maquinarias y equipos

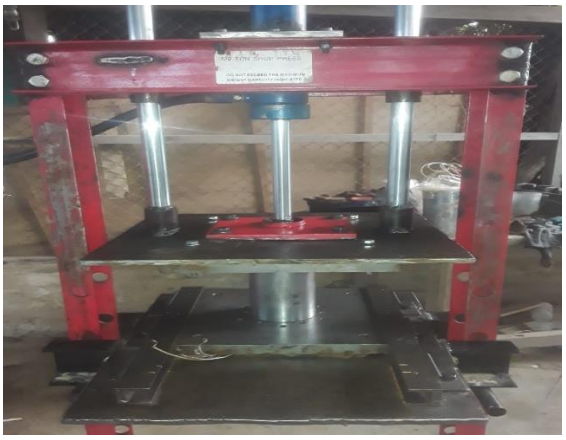


Figura 17. Revisión del funcionamiento de la prensa



Figura 18. Trituración de la materia prima “escobajo”



Figura 19. Medición de insumo de agua para la elaboracion de las macetas biodegradables



Figura 20. Recojo de la materia prima “escobajo” de la empresa de palma aceitera INDOLMASA



Figura 21. Roca fosfórica: Insumo en la elaboración de las macetas



Figura 22. Masa de escobajo con los insumos necesarios en la producción



Figura 23. Etapa del prensado durante la producción

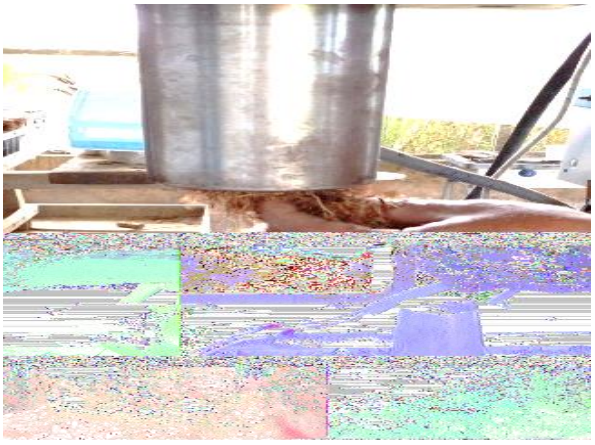


Figura 24. Manipulación de la prensa durante la producción



Figura 25. Muestras y modelos de las macetas biodegradables elaboradas



Figura 26. Parte interna de las macetas biodegradbles



Figura 27. Recolección del plátano para la extracción del almidón



Figura 28. Revisión de los equipos necesarios para la extracción del almidón de plátano



Figura 29. Pesaje del plátano necesario para extraer el almidón



Figura 30. Obtención de la harina de plátano para posterior extraer el almidón



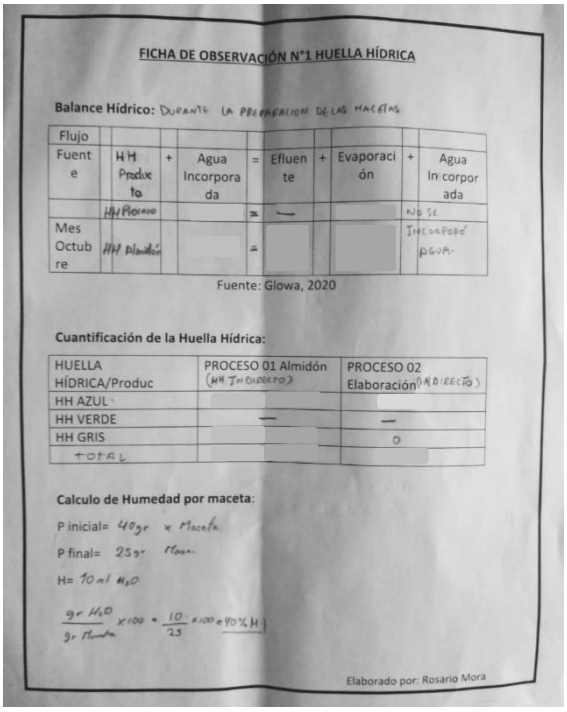
Figura 31. Extracción del almidón de plátano



Figura 32. Agua consumida durante la elaboración de las macetas biodegradables



Figura 33. Parte del agua gris obtenido durante la extracción del almidón



FICHA DE OBSERVACIÓN N°1 HUELLA HÍDRICA

Balance Hídrico: DURANTE LA PREPARACION DE LAS MACETAS

Flujo Fuente	HH Producto	+	Agua Incorporada	=	Efluente	+	Evaporación	+	Agua Incorporada
	HH Proceso			=	—				NO SE
Mes Octubre	HH Plantón			=					INCORPORO AGUA-

Fuente: Glowa, 2020

Cuantificación de la Huella Hídrica:

HUELLA HÍDRICA/Produc	PROCESO 01 Almidón (HH INDIRECTO)	PROCESO 02 Elaboración (HH DIRECTO)
HH AZUL		
HH VERDE	—	—
HH GRIS		0
TOTAL		

Calculo de Humedad por maceta:

P inicial= 40gr x Maceta

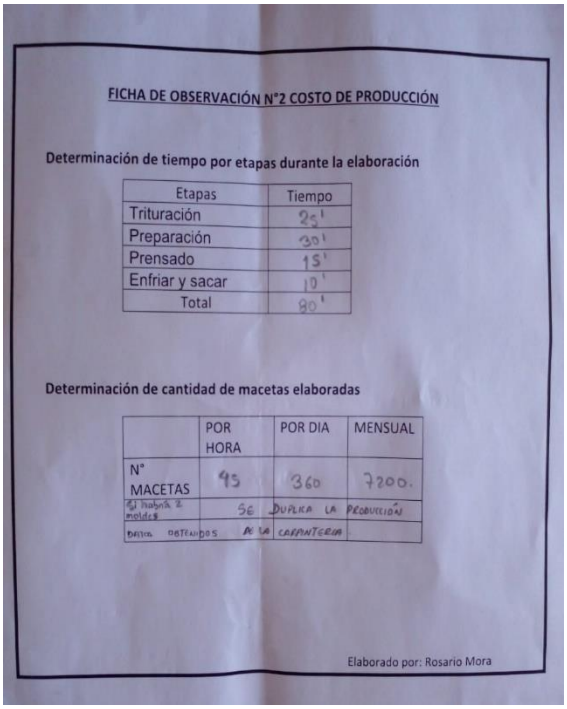
P final= 25gr Mezcla

H= 10 ml H_2O

$\frac{gr\ H_2O}{gr\ Mezcla} \times 100 = \frac{10}{25} \times 100 = 40\%\ H_2O$

Elaborado por: Rosario Mora

Figura 34. Ficha de observación N°1



FICHA DE OBSERVACIÓN N°2 COSTO DE PRODUCCIÓN

Determinación de tiempo por etapas durante la elaboración

Etapas	Tiempo
Trituración	25'
Preparación	30'
Prensado	15'
Enfriar y sacar	10'
Total	80'

Determinación de cantidad de macetas elaboradas

	POR HORA	POR DIA	MENSUAL
N° MACETAS	45	360	7200.
Tiempo x molde	SE DUPLICA LA PRODUCCIÓN		
DATOS OBTENIDOS	A LA CARPINTERIA		

Elaborado por: Rosario Mora

Figura 35. Ficha de observación N°2